

## 1. ВОВЕД

Во денешно време кога животот оди се повеќе во насока на седентарен начин на живеење, а човековиот организам еволуциски не е навикнат на ваквиот начин на адаптација, исклучително е значајно да се посвети поголемо на системот на движење.

Светските трендови покажуваат значајно квантитативно зголемување на спортско- рекреативните активности со кои се занимаваат луѓето во текот на своето слободно време. За жал, таквите обиди често резултираат со повеќе штета отколку корист, бидејќи се изведувани стихијно, најчесто без план и програма, и посебно без адекватен надзор и подготовки на коскенозглобниот, мускулниот и кардио - респираторниот систем

Поради тоа, кај таквите активности понекогаш доаѓа дури и до тешки последици како што се инфаркт на срце, мозочен удар, но во најчести случаи проблемите обично се поврзани со самиот локомоторен апарат. Така често наидуваме на истегнати и пукнати мускули и тетиви, проблем со зглобовите во смисла на руптура на лигамент, дегенеративни оштетувања (најчесто на рскавицата) а во најлоши случаи дури и стрес фрактури на коските. Поради тоа, би било добро најпрво да се зајакнат мускулите, да се оспособат зглобовите, тетивите и коските а дури потоа да се почне со активност. Една од исклучително ефикасни методи за тоа е изокинетичкото вежбање, со чија помош активно се засилува мускулатурата без опасности од преоптоварување на зглобовите. Тоа е значајно во превенцијата, бидејќи на тој начин ги доведуваме во баланс антагонистичките групи т.е. оптимално го подготвуваме целиот мускулно - скелетен систем за планираната рекреација.

Изокинетичкото вежбање е најмногу корисно кај луѓе кај кои веќе дошло до одредени патолошки промени, првенствено оштетување на зглобови (повреди, воспалителни или дегенеративни болести и слично). По завршување на изокинетичкиот третман исклучително е важно што порано да се продолжи со некој вид на планирана физичка активност, со цел одржување на мускулна сила и кардио - респираторниот систем.

Медицинската гимнастика или кинезитерапија има посебна важност во превенцијата, во лекувањето или во процесот на рехабилитација, без разлика на причината која ја предизвикала повредата.

Само со индивидуално дизајнирана програма на медицинско вежбање може да се очекуваат задоволителни резултати. Денес се истакнува потребата за што побрзо и целосно враќање на функциските способности на зафатениот зглоб, екстремитетите или организмот во целина.

Кинезитерапијата е значајна дисциплина со сложен пристап во креирањето на посебни програми за вежбање. Се разликуваат неколку главни видови медицински вежби: *изометрички, изотонички, изокинетички*.

**Изометрички вежби** се спроведуваат со непроменлива брзина и отпор, за разлика од **изотоничките вежби** каде се менува брзината на изведување на вежбите или движењата, додека пак отпорот е не променлив.

**Изокинетички тренинг** вклучува вежби за јакнење на мускули со фиксирана брзина и константно прилагодување на оптоварувањето, во зависност од аголот на биомеханичкиот ланец на движење, заморот и евентуалните промени на ткивата.

Основното начело на изокинетиката го развил Џејмс Пирин во доцните 60 години од 20 век. Првата нејзина примена била 1980 год – **Computer sports medicine international CSMI**.

Производството на апаратите за секојдневна употреба во медицинската рехабилитација започнува 1982 год (CYBEX 2). Како вежби кои учествуваат во рехабилитација на одредени делови на локомоторниот апарат, изокинетиката наоѓа голема примена во рехабилитацијата на постоперативно лечење на ACL на колено, преку примена на изокинетичкиот апарат меѓу кои во последно време најпопуларен е апаратот BIODEx.

## 2.ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРАТА

### 2.1.Анатомија на зглобот на коленото

Зглобот на коленото, како најголем и најсложен зглоб кај човечкото тело, претставува клучна врска во функционалниот ланец во долните екстремитети која обезбедува исправен од, го ублажува чекорот, и го карактеризира самиот од, до таа мера да со својата сложеност може да се поистовети со личноста.

Зглобот на коленото е еден од најкомплексните зглобови во човековото тело. Навидум има едноставна функција на флексија и екстензија, но мора да ја обезбеди и неподвижноста на зглобот во другите правци , кон назад и на страна. Со оглед на функцијата што ја има во физиологијата на движењето, колениот зглоб е често изложен на повреди. Тој ризик се потенцира кога се клекнува, односно се исправува.

Во исправена положба носи околу 70% од телесната тежина, а при свиткани нозе дури 90% од телесната тежина.

Поради својата комплексна и суптилна градба е незаштитен и слабо отпорен на штетните егзогени фактори. Од таму зглобната патологија е релативно често застапена. Коленото (Genum) е најголем софистициран зглоб во човековото тело кој е составен од натколеница (фемур) и коска на потколеницата - тибиа. Пателата како сеизмоидна коска, лежи на дисталниот дел на фемурот и прави патело - феморална врска или зглоб. Помеѓу дисталниот дел на фемурот и проксималниот на тибията се наоѓа зглобен простор. Зглобната капсула на коленото херметички е затворена со надворешна и внатрешна мембрана. Надворешната фиброзна мембрана е составена од сврзно ткиво. Таа е обликувана од кружни и бројни надолжни сврзни влакна, во целина е тенка и лабава и на некои места има мали отвори кои комуницираат со периартикуларни слузни кесиња. Од задната страна на зглобот таа е задебелена и преку секој кондил обликува цврста сврзна страна. Внатрешната синовијална мембрана (membrana synovialis), која излучува синовијална течност, ја обложува длабоката фиброзна мембрана и делови на коски кои не се покриени со зглобната рскавица.

Преоѓајќи од фиброзна мембрана на коска, синовијалната мембрана се превиткува и околу долниот крај на фемурот и горниот крај на тибијата формира синус. На предната страна на зглобот на коленото постојат два горни супрапателарни синуси, латерален и медијален, како и два долни инфрапателарни синуси. Пункцијата на коленото најчесто се прави во подрачје на латерален супралатерален синус. Неконгруентните зглобни површини на фемурот и тибијата ги израмнуваат полумесечестите сврзоткивни влошки, латерален и медијален менискус. Во движењата на колениот зглоб учествува и пателата изградена од спонгиозно коскено ткиво кое од задната страна е обложено со тенок слој набиено ткиво.

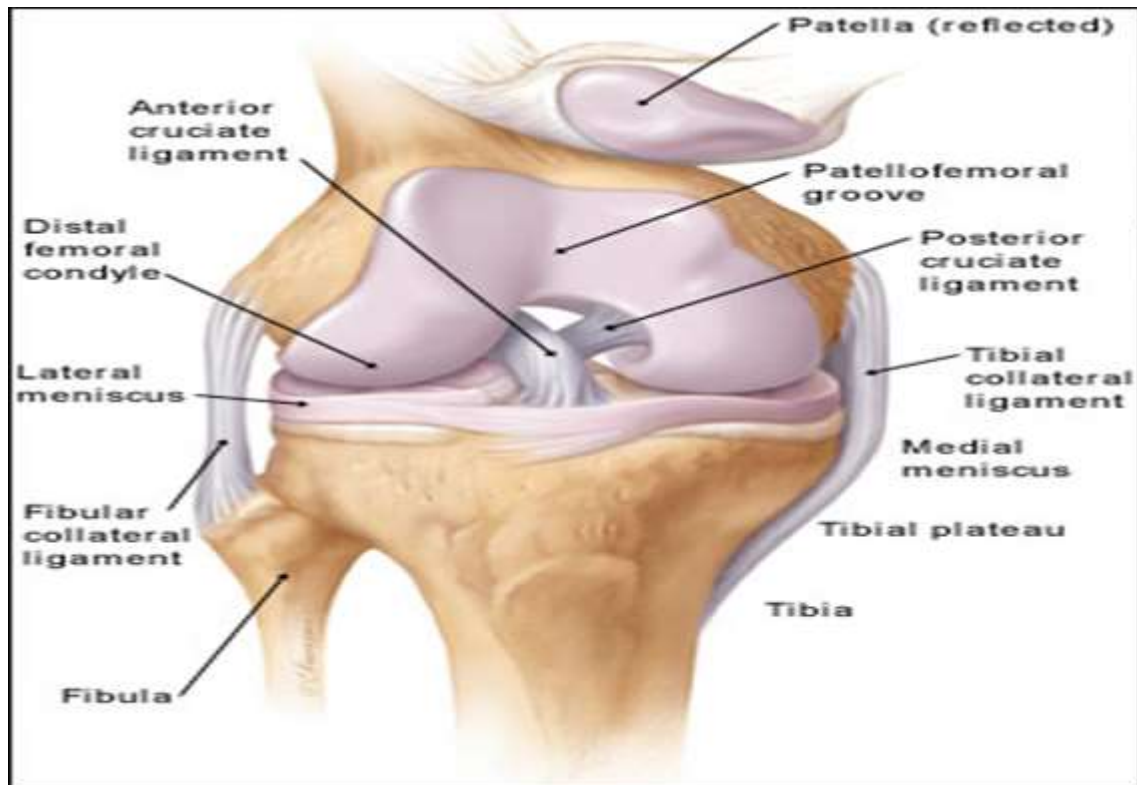
Со текот на годините, шуплините на спонгиозното ткиво стануваат се поголеми и целата коска станува крута и лесно кршлива. Ненадејна и силна контракција на *m. quadriceps femoris* може да предизвика напречна фрактура на пателата. Пателата се окостува од една точка на окостување која се јавува во третата година од животот и завршува помеѓу 16-тата и 19-тата година од животот. Понекогаш постојат две точки на окостување кои набргу се спојуваат. Ако спојувањето на осификациските центри не се случи настануваат аномалии од типот на патела *bipartita*, *tripartita*, и *multipartita*.

Зглобот колено содржи и четири важни лигаменти, преден и заден вкрстен, кои се изградени во најголем дел од колагени влакна со висок процент на еластин, и медијален и латерален колатерален лигаменти.

Медијален колатерален лигамент (**Ligamentum collaterale mediale - LCM**) се протега на внатрешната страна на коленото вертикално и има улога да го лимитира коленото да се витка навнатре. При негов прекин се смалува стабилноста на коленото и е можна прекумерна абдукција на потколеницата, односно валгус позиција. Овој лигамент е затегнат при екстензија и ротација на потколеницата кон медијално, додека е лабав при флексија, а му помагаат тетивите на *m. semimembranosus*.

Латерален колатерален лигамент (**Ligamentum collaterale laterale - LCL**) се протега вертикално покрај коленото од надворешна страна и има улога да го лимитира виткањето на коленото кон надвор. Помеѓу лигаментот и зглобната

капсула се наоѓа сврзано масно ткиво и тетивата на m.popliteus. Лигаментот е затегнат при екстензија и ротација на потколеницата кон латерално, а е лабав при фелксија и ротација кон медијално. При негова повреда коленото е лабаво и е можна прекумерна аддукција на потколеницата односно варус позиција.



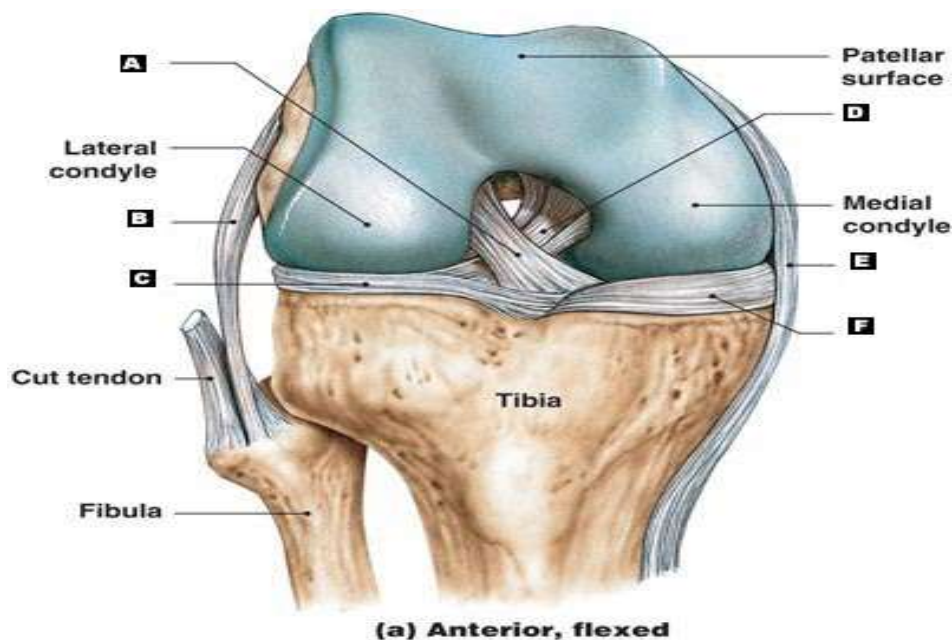
Фигура 1. Зглоб на коленото

Figure 1. A joint of the knee

Преден вкрстен лигамент (**Ligamentum cruciate anterior - ACL**) лежи внатре во самото колено и не дозволува тибијата да има поголема слобода на движење кон напред во однос на фемурот (translatio), така да му дава на коленото ротациска стабилност. Тој е сврзан на предното меѓукондиларно поле на тибијата, па оди нагоре косо кон назад и латерално, па се врзува на задниот дел на медијалната длабока страна на латералниот кондил на бутната коска. Неговиот феморален припој е во форма на линија, додека од задната страна е со конвексен облик. Овој припој е слабата точка на лигаментот и тука се случуваат најголем дел од лезиите. Тибијалниот припој е со поголема површина и е во контакт со предниот рог на менискусот.

Заден вкрстен лигамент (**Ligamentum cruciate posterior - LCP**) функционира во кооперација со преден вкрстен лигамент и исто така се наоѓа во самиот зглоб на коленото. Не дозволува одвојување на фемурот од тибијата и подвлекување на тибијата зад фемурот. Овој лигамент е поцврст од предниот и се врзува долу на задното меѓукондиларно поле, а од таму се издига косо кон напред и медијално и се врзува на предниот дел на латералната длабока страна на медијалниот кондил од бутната коска.

Предниот и заден вкрстен лигамент на коленото создаваат структура која има форма на латинската буква X (икс) и од таму доаѓа името вкрстен лигамент.



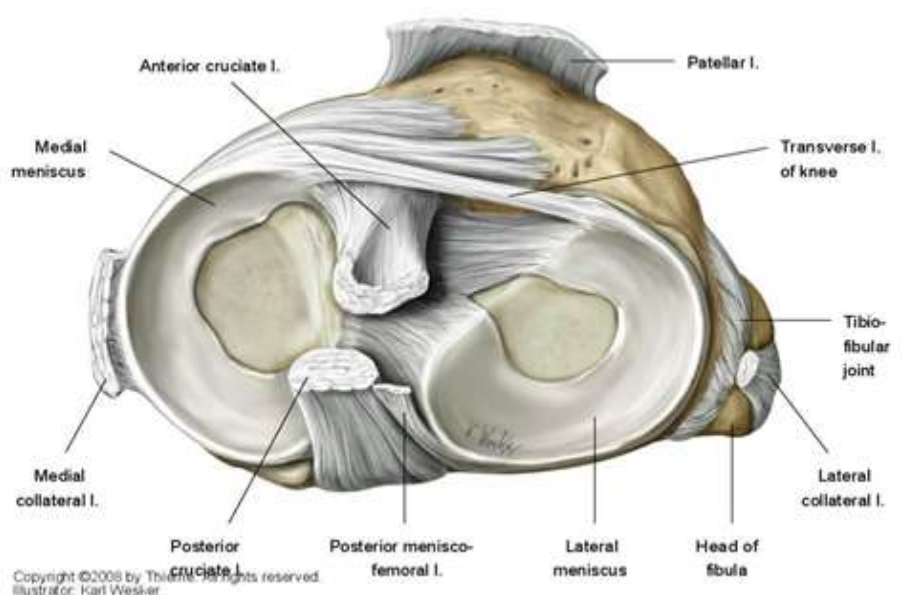
Фигура 2. Преден и заден вкрстен лигамент на коленото

Figure 2. Anterior and posterior cruciate ligament of the knee

Лигаментите и мускулните тетиви, заедно со зглобната капсула, градат активни и пасивни стабилизатори на коленото. Мускулниот дел од овој систем го сочинуваат тетивите на мускулите кои завршуваат близу до центарот на движење со што се смалува моментот на дејствување на силата. Лигаментите не се само пасивни стабилизатори, туку и дејствуваат како систем кој го координира комплексниот механизам за движење на коленото. Долго време причината за нестабилноста на коленото се набљудувала од сагиталната

рамнина каде се следи патолошкото поместување на тибијата кон напред или кон назад и во фронталната рамнина во смисла на патолошка абдукција и аддукција на потколеницата. Многу е значајна и ротаторната нестабилност во хоризонтална рамнина, која се одредува според поместувањето на платото на тибијата кое е поделено во четири квадранти.

Сите промени во вкрстените лигаменти доведуваат до нарушување на ротацијата на коленото поради тоа што тие се централен стожер (pivot central) кој ги води движењата на коленото и го стабилизира коленото заедно со останатите активни и пасивни стабилизатори.



Фигура 3. Напречен пресек на лигаментите на колениот зглоб

Figure 3. Cross-section of the ligaments of the knee joint

За пасивната стабилност на коленото е важна зглобната капсула, посебно нејзиниот постериомедијален и постеролатерален агол. Во активни стабилизатори спаѓаат околните мускули на коленото, а менискусите се динамични зглобни чашки. Активните и пасивните стабилизатори дејствуваат во синергија, така на пр. постеромедијалниот агол на коленото во динамичка смисла е составен од lig.collaterale mediale posterius и задниот рог на медијалниот менискус (како пасивни стабилизатори), додека активните

стабилизатори во овој дел ги претставуваат m.semimembranosus, caput mediae и m.gastrocnemius.

Флексијата во колено ја изведуваат m.biceps femoris, m.semitendinosus, m.semimembranosus, m.sartorius, m.gracilis, а ја потпомагаат m.popliteus и m.gastrocnemius.

Екстензијата во коленото ја изведува m.quadriceps со сите свои четири глави. За време на тибиофеморалната флексија артикуларната површина на тибијата се тркала и се лизга постериорно во насока на движењето, додека при екстензија антериорно во однос на феморалните кондили. M.quadriceps femoris има директна улога во стабилизација на кондилите (конвексно - конкавно правило).

## 2.2. Повреди на лигаментите на коленото



Повредата на лигаментите на коленото кај спортистите во последно време е во пораст. Во суштина, претставуваат сериозна дисторзија на коленото, која ако несоодветно се третира може да предизвика сериозни оштетувања на кинематиката на коленото. Според Bousget под тешка дисторзија на коленото се подразбира: изолирана ACL повреда; изолирани повреди на последниот внатрешен агол или поплитеус, изолирани повреди на последниот внатрешен агол со дезинсерција на менискусот и најмалку две или повеќе повреди на капсула на лигаментарниот апарат на коленото. Во зглобот на коленото се среќаваат:

- Медијален колатерален лигамент (Ligamentum collaterale mediale -MCL)
- Латерален колатерален лигамент (Ligamentum collaterale laterale-LCL)
- Преден вкрстен лигамент Ligamentum cruciatum anterior - ACL)
- Заден вкрстен лигамент (Ligamentum cruciatum posterior PCL)
- Пателарен лигамент (Ligamentum Patellae)



Лигаментите се составени од густо сврзно ткиво, чии влакна се распоредени по должина. Овие влакна по својот состав се идентични со тетивите, фасциите и апонеурозите. Поради тоа што во нивната градба има малку еластични влакна (со мали исклучоци на пршлените), тие малку можат да се истегнат. Лигаментите за коската се прицврстуваат на тој начин што колагените влакна влегуваат во коската со вкрстување на минерализираниот слој, или директно преку периостот. Секој лигамент исхраната ја обезбедува преку периатикуларните крвни садови кои, релативно, се многу ретки и недоволно прокрвени. Токму затоа се смета дека лигаментите дополнително се снабдуваат преку дифузија од околните крвни садови. Лигаментите претставуваат пасивни сили на локомоторниот апарат кои ги обезбедуваат сите подвижни зглобови на човечкиот организам. Тие, како што рековме, се составени од многу цврсто сврзно ткиво во вид на ленти, кои ја обезбедуваат стабилноста на зглобната капсула, зајакнувајќи го особено нејзиниот фиброзен дел. За да ја обезбедат својата функција на стабилизатори, се присоединуваат проксимално и дистално за две или повеќе соседни коски кои меѓу себе се зглобуваат. Сите лигаменти, главно, се наоѓаат на латералната и медијалната страна, иако некои се лоцирани и на задната и предната страна на зглобовите.

При локомоција, лигаментите обезбедуваат цврстина и стабилност во зглобовите. На тој начин, човекот несметано може да ги извршува движењата во рамки на анатомско - физиолошките граници. Се разбира, покрај нив (како пасивни стабилизатори), во голема мера при изведувањето на движењето во зглобовите, им помагаат и другите структури (тетивите, апонеурозите и мускулите) кои претставуваат една неделива целина во зглобот.

Лигаментите и капсулата на секој зглоб имаат иста инервација како и мускулите кои го вршат движењето во дадениот зглоб. Поради тоа мускулите преку своите тетиви и лигаментите на зглобовите дејствуваат кооперативно, односно се надополнуваат во својата функција при секоја локомоција. Така, на пример, доколку дојде до прекумерно (критично) истегнување на лигаментите, автоматски се зголемува тонусот на мускулите како одбранбен механизам.

На тој начин се презема дел од влијанието на надворешната сила. Доколку мускулот не е во состојба да преземе дел од енормното оптоварување, тогаш

доаѓа до повреда на лигаментите (истегнување, односно делумна или целосна руптура).

Во врска со тоа, општо е познато дека силен *m. quadriceps femoris* во голема мера ја обезбедува стабилноста на зглобната капсула и лигаментите на колениот зглоб. Во услови кога неговата сила е намалена, а амплитудата на движењата во зглобот остануваат исти, честопати доаѓа до повреди на сите структури во зглобот на коленото.

Влакната на лигаментот во мирување се олабавени. Во зависност од интензитетот на движењата, односно истегнувањата, во стабилизацијата на зглобот, прогресивно се вклучуваат се поголем број лигаментозни влакна.

Меѓутоа, доколку елонгацијата, предизвикана од некоја надворешна сила, го совлада отпорот на сите структури во зглобот, а особено на лигаментите, тогаш доаѓа до нивно истегнување или кинење како што е чест случај кај шинување или исчашување.

Стабилноста на секој зглоб подеднакво е зависна од сите елементи на зглобот. Доколку некоја структура, од кои било причини, заостанува во однос на своите квалитети, таа е прва на удар, односно попушта пред налетот на надворешните сили, а последни капитулираат лигаментите.

Лигаментите, исто така, можат да се повредат од долготрајни и еднолични тензични стресни движења, кои можат да предизвикаат исцрпувачки замор. Така, на пример, кај фудбалерите, поради нерамен терен, честопати доаѓа до истегнување на лигаментите и колениот зглоб. Исти или слични повреди (покрај нозете), можат да се јават и на зглобовите на рацете при скијање, одбојка, кошарка, ракомет, тенис, пинг-понг, атлетика и др.

Во зависност од тежината, повредите на лигаментите можат да се поделат во три стадиуми:

**Кај првиот стадиум**, доаѓа до растегнување на лигаментите и до губење на нивниот тонус. Притоа, иако некои влакна можат да бидат скинати, а некои

крвни и лимфни садови оштетени, сепак, целосноста на лигаментот е зачувана.

**Кај вториот стадиум**, поради прекинувањето на поголем број влакна и крвни и лимфни садови, чија зафатеност може да биде различна, иако анатомскиот интегритет на лигаментот постои, сепак, скинатиот дел од него не функционира. Како резултат на тоа, доколку не се санира повредата, зглобот губи дел од својата цврстина и стабилност за онолку колку што се во дисфункција деловите на лигаментот.

Се разбира, оштетената функција на лигаментот негативно се одразува и врз функцијата на другите лигаменти и структури на зглобот. Сето тоа може да биде ризичен фактор за други повреди и оштетувања.

**Кај третиот стадиум**, за разлика од претходните, доаѓа до целосно кинење на лигаментот. Оваа повреда честопати е проследена и со кинење на зглобната капсула, при што доаѓа до кинење на крвните и лимфните садови, односно до излив во зглобот. Ваквите промени доведуваат до целосно губење на функцијата на зглобот.

**Трите степени** повреди на лигаментот најчесто се лоцирани по нивната должина. Во исклучителни случаи, доколку интензитетот на силата што го предизвикала енормното истегнување на лигаментот над физиолошките граници дејствува на припојот, тогаш може да доведе до истргнување на припојот заедно со отцепување на парче коска.

Функцијата на колатералните и вкрстените лигаменти, менискусите и зглобната чашка е толку тесно поврзана во зачувувањето на стабилноста на коленото, така што секоја нивна повреда е значајна и за механиката на зглобот.

Во практиката, најзначајно место зазема медијалниот колатерален лигамент поради последиците од неговата можна руптура и честите повреди кои настануваат. Меѓутоа, при повредите на лигаментите на коленото, без обзир за кој лигамент се работи, најпрво треба да се разликуваат свежите од застарените повреди, потоа треба да се разликува дали дошло само до

истегнување (дистензија), делумно кинење (парцијална руптура) или целосно кинење (тотална руптура) на лигаментите.

За делумно кинење често се употребува називот *laesio ligamenti*, а за потполно кинење *rupturae ligamenti*. При настанување на повредата треба да се знае дали таа е настаната на дисталниот или проксималниот припој на коската или, евентуално, помеѓу двата припои, во средниот дел од лигаментот.

За лигаментите кои се наоѓаат на латералната страна од зглобот, руптурите настануваат најчесто на дисталниот припој. Типот на повредата (акутна или хронична, делумна или целосна руптура, местото на повредата на лигаментот) е од големо значење за донесување одлука дали ќе се лечи конзервативно или оперативно.

Повредите на лигаментарниот апарат на зглобот на коленото може да бидат изолирани кога е повреден само еден лигамент или здружени кога се повредени два или повеќе, односно кога се работи за комбинирани повреди на лигаменти, менискуси и рскавица.

### **2.2.1. Дијагностика на колено**

Испитувањето на коленото т.е. испитувањето на лигаментарната стабилност е од многу важно значење пред се за правилна оценка за настаната промена во коленскиот зглоб. При поставувањето на дијагнозата, најважно е земање на анамнеза, инспекција на коленото и на крај клиничкиот преглед.

Потребно е да се побара од пациентот да објасни како настанала повредата. Потребни се следниве информации:

- Дали чувствува потешкотии при флексија или при екстензија на коленото?
- Дали чувствува болки при одење, при трчање, качување на скали или симнување?
- Во какви околности настанала повредата?

- Каков е карактерот на болката? Дали болката е со постојан карактер или се јавува при одредено движење на колениот зглоб?
- Дали болката е тапа или остра?
- Дали болката е појака во утринските часови?
- Дали во текот на денот, со раздвижување на коленото се намалува болката?
- Дали болката се јавува само при физички активности?
- Дали пациентот чувствува нестабилност на коленото?
- Дали при екстензија постои блокирање на коленото и се случува пациентот да не може да го исправи коленото?
- Дали при палпација се чувствува оток на коленото?
- Дали отокот на коленото се јавува за време на физичка активност или после физичка активност? Треба да се утврди каква физичка активност го предизвикува.
- При прегледот да се обрне внимание на движењето на пателата, кое треба да биде лесно и без прескокнување.
- Потребно е да се измери обемот на мускулот квадрицепс на двете натколеници, за да се увиди дали кај повреденото колено постои одреден дисбаланс во споредба квадрицепсот на неповреденото колено.

Правилно земена анамнеза, посебно кај спортските повреди на колено, во голема мера го олеснува поставувањето на правилна дијагноза и изборот на методи и процедури кои треба да се применуваат понатаму.

Исто така, при физикалниот преглед треба да се земат во предвид и `рбетот, колковите и скочните зглобови, кои исто така можат да предизвикаат болка во областа на коленото. Постојат случаи каде што главата на фемурот најчесто

предизвикува болка кај коленото. Постојат неколку основни принципи при тестирање на повредено колено :

- ❖ треба да се тестираат и двете колена, но прво здравото колено, за да може терапевтот да добие јасна претстава за нормалната возможна подвижност на пациентот.
- ❖ Тестот треба да биде идентичен на двете колена за да може да се утврди евентуалната разлика.
- ❖ При тестирањето мускулатурата треба да биде максимално опуштена, кое што се овозможува кога под нозете се постават пернициња.
- ❖ Тестот и на едното и на другото колено треба да се повтори неколку пати.

При почетното дијагностицирање, терапевтот прави проценка на одењето на пациентот (доколку пациентот може да оди сам). Физикалниот преглед на колено опфаќа стрес тестови за проценка на лигаментарната стабилност, лакситетот, тестови за повреда на менискус, како и одредени тестови за проценка на стабилност на пателофеморалниот зглоб. Присуството на оток, без излив, може да укажува на лезија на капсулата и излив на синовилјалната течност во околните меки ткива. Постојат неколку тестови за утврдување на повреда на коленото:



Фигура 4. Валгус Стрес Тест

Figure 4. Valgus Stress Test

Стрес тестот на коленото е многу битна компонента во физикалниот преглед. Се изведуваат во валгус или варус позиција прво во полна екстензија, а потоа коленото во флексија од 30 степени за да се утврди состојба на колатералните лигаменти.

Тест на предна фиока, Лахмановиот тест и флексорно-ротациски тест на задна фиока се користат при дијагностицирање на ACL и се степенуваат од 1 до 4 степен. Кога е утврдено дека станува збор за повреда на ACL од трет или четврти степен тогаш заедно со повредата на ACL оди и повреда на колатералниот лигамент на коленото.



Фигура 5. Лахманов тест за ACL

Figure 5. Lachman test for ACL



Фигура 6. Тест на предна фиока

Figure 6. Testing front drawer

Прегледот на повреда на менискусот се заснова на бројни ротаторни тестови чија цел е да се притисне откинатиот дел на менискусот за да предизвика блокада или болка на коленото. Таков е тестот на MC MURAY кој е специфичен за откривање на повреда на задниот рог на медиалниот менискус. Се изведува така што пациентот лежи на грб, коленото и колкот се во положба од 90 степени, стапалото го насочуваме од абдукција и надворешна ротација кон аддукција и внатрешна ротација, во екстензија и флексија на колено.



Фигура 7. Тест на Mc Muray

Figure 7. Mc Muray Test

Модификација на MC MURAY тестот е тестот Apley-ев при кој пациентот е легнат на стомак, коленото е свиткано во флексија од 90 степени и при таква позиција коленото се ротира со притисок со што се предизвикува блокада или болка на пациентот.

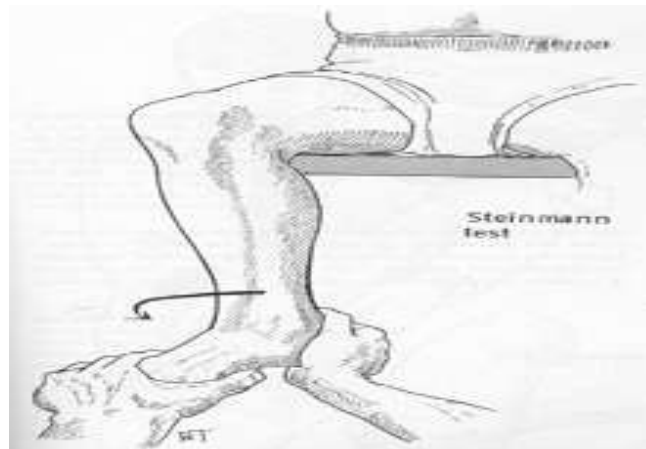


Фигура 8. Тест на Apley

Figure 8. Apley Test



Steinmann-ов тест се изведува така што пациентот седи на столче, при што стопалото се ротира навнатре или нанадвор.



Фигура 9. Steinmann-ов Тест

Figure 9. SteinmannTest

Во физикалниот преглед исто така се врши и инспекција на подвижноста на пателата.



Фигура 10. Тест за подвижност на пателат.

Figure 10. Test for mobility of the patella.

### 2.2.2. Механизам на повреди на коленото:

Искуствата на пациентите кажуваат дека повредата се случува при нагла промена на насоката на дејствување. Нагло застанување, маневар на исчекор во страна, доскок со ротација на горниот дел од телото итн. Женската атлетичарска популација е нај изложена на ризик од повреда на ACL. Причините за ова се наоѓаат во зголемен Q- агол (агол помеѓу m.rectus femoris и пателарната тетива), зголемена лигаментарна лаксативност, поголема карлица за разлика од мажите, зголемена гену валгус позиција, хормонално влијание итн.

Изолирана повреда на ACL се случува поради нагла и силна хиперекстензија на колено или при силен удар на кондилот на фемурот при флектирано колено и фиксирана тибија, при што фемурот е помрднат наназад. Повредите кај кои е здружена абдукција и ротација на колено секогаш водат до сложени повреди на медијален колатерален лигамент, преден вкрстен лигамент и медијален менискус (несреќна тријада). Повредата на предниот вкрстен лигамент може да биде лоцирана на тибијалниот припој со авулзија на *eminencia intercondylaris tibiae*, може да има авулзија на феморалниот припој или на двата истовремено но со сочуван континуитет на коленото.

Повреди на лигаментите на коленото обично се јавуваат кога ќе дојде до надминување на позицијата на стабилност на колениот зглоб заедно со прекумерна неконтролираност на кинетичка енергија. Оваа енергија може да биде од егзогено и ендогено потекло. Анализирајќи го коленото, најопасните повреди се случуваат кога ќе дојде до пречекорување на позицијата на стабилност без можност за избегнување на прекумерната кинетичка енергија. Тогаш, коските и лигаментите дејствува како висцeroеластичен систем во кој, во зависност од брзината на елонгационата сила доаѓа до интралигаментарен прекин, додека малите брзини се проследени со коскено лигаментарни поврзувања.

Механизмот на дејство на сила што предизвикува оштетување на капсулата на лигаментарниот апарат на коленото зависи од видовите на силите што дејствуваат, или на местото на неговото дејство или на положбата во моментот

на акција на силите. Врз основа на искуството, директните сили секогаш даваат посериозна повреди отколку прекумерните движења.

*Најчести механизми на повреда се:*

- а) механизам на чист валгус,
- б) механизам на чист варус,
- в) механизам валгус - надворешна ротација,
- г) механизам варус - внатрешните ротација,
- д) механизам на хиперекстензија

### **2.2.3.Нестабилност на коленото**

Нестабилност на коленото е губење на рамнотежа поради поместување на центарот на гравитација надвор од точката на поддршка. Разликуваме четири типови на нестабилност на коленото:

- а) рефлексна нестабилност;
- б) механичка нестабилност;
- в) функционална нестабилност;
- г) динамичка нестабилност;

**Ротаторна нестабилност** настанува поради поделбата на тибиијалното плато на четири квадранти што условува поделба на ротаторната нестабилност во четири групи:

- а) антеромедијална ротаторна нестабилност,
- б) антеролатерална ротаторна нестабилност,
- в) постеролатерална ротаторна нестабилност,
- г) постеромедијална ротаторна нестабилност.



Фигура 11. Нестабилност на коленото

Figure 11. Instability of the knee

Не постои единствен пристап во развојот на сложена нестабилност на коленото. Постојат спротивставени ставови околу поделбата која ја даде Кенеди, но сепак, според него, сложената нестабилност на коленото се дели во три групи:

- а) сложено антеромедијални - антеролатерални ротаторни нестабилности,
- б) сложени антеролатерални - постеролатерални ротаторни нестабилности,
- в) сложено антеромедиални - постеромедиални ротаторни нестабилности.

**Хроничните повреди на лигаментите на коленото** се нарекуваат хронични нестабилности на коленото. Wivoet, дефинирајќи ја нестабилноста на коленото, вели дека нестабилноста е она што пациентот субјективно го чувствува, а разлабавувањето на коленото е она што ние при прегледот објективно ќе го утврдиме.

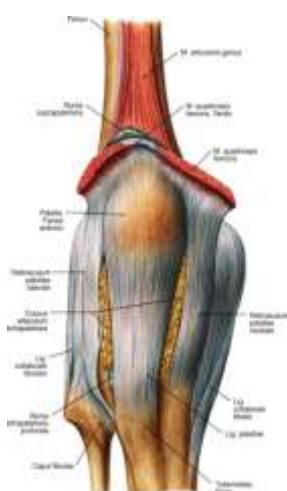
Дијагноза на повредата на лигаментарниот апарат на коленото се поставува врз основа на следниве точки:

- а) земање на анамнеза т.е. испитување на начинот како настанала повредата
- б) физикален преглед
- в) преглед под општа анестезија
- г) магнетна резонанса или рендгенска снимка на коленото
- д) артроскопија.

По степенот на зачестеност во спортот повредите на колатералните лигаментите и менискусите се на прво место, потоа повредите на предниот вкрстен лигамент и на крајот повредите на задниот вкрстен лигамент.

### 2.3. Повреди на медијалниот колатерален лигамент

Колатералните лигаментите на коленото - имаат задача да се спротивставуваат на силите кои се стремат од една или друга страна да ги раздвојат кондилот на фемурот и на тибијата. Повредите на медијалниот колатерален лигамент на коленото се поделени во три степени, во зависност од сериозноста на повредата:



- а) прв степен - ова се дисторзии на коленото кои се јавуваат најчесто кај фудбалери и скијачи. Повредата најчесто е придружена со остра болка, но поради загреаното колено спортистот своеволно продолжува со спортски активности. Поради тоа, при самото случување на оваа дисторзија мора спортистот да биде изнесен од терен од страна на медицинската екипа, да прекине со спортската активност, да се укаже лекарска помош за да не дојде до повреда и на останатите лигаменти на коленото. За овој вид на повреда карактеристични се болките во текот на ноќта и спортистите не

можат да спијат, постои присуството на палпаторна болка на кондилот на припојот на лигаментот. Чувствителноста на болката се зголемува доколку форсираме абдукција на потколеницата.

б) втор степен - повредата на ова ниво се карактеризира со делумна пукнатина на лигаментите (*laceraciona distorziја*) ( и се случува најчесто на медијалниот лигамент со непосредно појавување на оток кој се должи на присуството на крвање. Болна осетливост е обично присутна на еден од лигаментарните припои, на горниот или долниот дел, која се појачува со латерализација на потколеницата особено на надворешна ротација во блага флексија.

в) Трет степен - повредите на ова ниво се најтешки, тоа се најчесто руптурациони дисторзии. Во времето на повреда, спортистите чувствуваат интензивна болка со впечаток дека се работи за исчашено колено. Во обид да се продолжи физичка активност спортистот има чувство дека потколеницата ќе се лизне под фемурот спрема внатрешниот дел. Се појавува оток , изразена палпаторна болка на врвот или на дното на припојот, а понекогаш и по целата должина на лигаментите на коленото. Поради целосен прекин на лигаментите на коленото нема рефлексен спазам и болката е влошена со обидот за латерализација на потколениците.

Кај некои автори се среќава и четврт степен на повреди на лигаментите каде што покрај повредата на колатералниот лигамент доаѓа и до повреда на предниот вкрстен лигамент. Се јавува веднаш оток и излив на крв и знаци на латерална нестабилност при полна екстензија.

#### **2.4. Повреди на Латералниот колатерален лигамент**

Латералниот колатерален лигамент е потенок од медијалниот колатерален лигамент, со структура слична на јаже, на латералниот дел од коленото. Дава отпор на варусно истегнување и одделен е од латералниот менискус. Овие две структури често не се повредуваат во комбинација, како што е тоа случај со медијалниот дел.

Повредите на латералниот колатерален лигамент се ретки затоа што неговата важност во одржувањето на стабилноста на зглобот е помала, не е толку

изложен на повреди при ротации во коленскиот зглоб и го заштитува припојот на *m.biceps femoris*, а, исто така, и абдукцискиот притисок од другиот екстремитет. Повредата на латералниот колатерален лигамент настанува при ненадејна и силна аддукција на потколеницата, а при флексија и внатрешна ротација на потколеницата, само минимално, кога ќе дојде до дислокација на колениот зглоб. Кај скијачите може да се случи едната нога да дојде во варус положба, а другата во валгус положба, па на едната нога ќе настане повреда на латералниот колатерален лигамент. Латералниот колатерален лигамент најчесто се откинува на дисталниот припој на фибулата и често се крши коскениот дел од таа припојна врска. Повредата која ќе доведе до целосно откинување на врската често доведува до руптура на латералниот дел на зглобната капсула на работ на тибијата, авулзија на тетивата на *m.biceps* на фибулата, руптура на илиотибијалниот трактус и повреда на вкрстените лигаменти. Најзначајна, сепак, е повредата на *n.peroneus communis* кој поминува во непосредна близина. Може да настане дистензија на нервот, хеморагична инфилтрација или целосна руптура.

Во клиничката слика доминира болна осетливост по должината на лигаментот, особено на фибуларниот припој, а повредениот може да направи прекумерна аддукција на потколеницата (варусна положба). Изливот во зглобот зависи од тоа какви се другите повреди во зглобот.

Последиците од оштетувањето на перонеалниот нерв се видливи во попречувањето на сензибилитетот и моториката до потполна парализа.

Во поглед на функцијата на самиот коленски зглоб, прогнозата при повреда на латералниот колатерален лигамент е добра, но резултатите на перонеалниот нерв од конзервативно или оперативно лечење се лоши.

Затоа многу автори наведуваат на тоа да се изврши оперативна експлорација на *n. peroneus* при повреда на латералниот колатерален лигамент.

Руптуриран лигамент и зглобната капсула можат да се приближат и да се сошијат. Сето тоа може да се зајакне и прицврсти со земање дел од тетивата на *m.biceps femoris*

### *Симптоми при повреда на латерален колатерален лигамент (LCL)*

- Болка во предел LCL со дифузен оток што бавно се повлекува
- Зголемена нестабилност при варус стрес тест
- Во зависност од степенот на повредата, присутна нестабилноста при варус тест во полна екстензија и при 30 степени флексија; Лакситет во полна екстензија значи дека има повреда на зглобната капсула и LCL. Стабилно колено при екстензија, а нестабилно при 30 степени значи дека капсулата е интактна, но постои лезија на LCL

Диференцијално дијагностички треба да се има предвид дека слични или исти симптоми може да има и кај други повреди поради што треба да се внимава при поставување на дијагнозата и одредување на третманот.

- Повреда на латерален гетинакулум;
- Повреда на латерален менискус;
- Контузија на медијалниот дел на коленото;
- Повреда на p.pertoneus

Третманот на овие повреди се состои од:

- Кога е настаната полесна повреда се прави флексија со екстензија на коленото со протекција на варус положба
- При потешка повреда, повредениот да се упати кај специјалист

Кај голем дел од повредите се користи:

- Ласер
- Ултразвучна терапија
- Интерферентни струи
- Стимулации и вежби за m.quadriceps femoris
- Дренажа на потколеницата и колениот зглоб

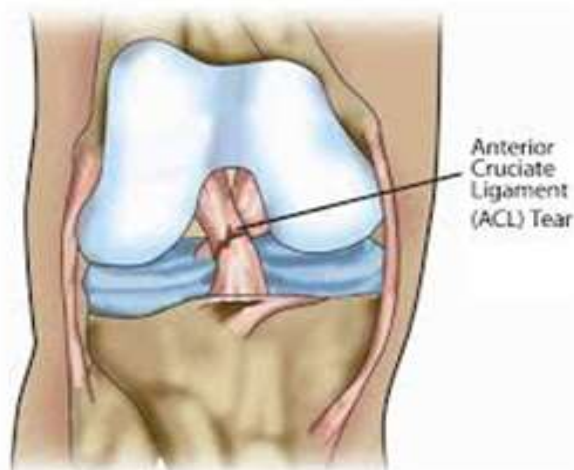
Враќањето на нормалната активност е во зависност од тежината на повредата и третманот и може да трае од четири недели до шест месеци.



## 2.5. Повреди на преден вкрстен лигамент (ACL)

Вкрстените лигаменти на коленото директно се спротивставуваат на силата која има тенденција да ги оддели зглобните површини на фемурот и тибијата т.е. да ја помести тибијата под фемурот, напред или назад.

Предниот вкрстен лигамент го ограничува предното движење на тибијата под фемурот. Исто така, дејствува и на запирање на антеролатералната ротација на коленото. За жените се смета дека се особено подложни кон повреди на предниот вкрстен лигамент. Жените кои играат кошарка и фудбал се од два до шест пати поподложни кон кинење на овој лигамент отколку мажите во истите спортови. Теории со кои се објаснува зошто жените се по подложни кон вакви повреди се дека имаат помал интеркондилаген засек отколку мажите, поради механиката на долните екстремитети, хормоналните промени и поолабавените зглобови.



Фигура 12. Оштетување на преден вкрстен лигамент

Figure 12. Damage of the anterior cruciate ligament

Повредите на предниот вкрстен лигамент, во смисла на потполна руптура, се едни од најчестите кои често настануваат заедно со повреда на менискусот и медијалната колатерална врска. Изолираните повреди на предниот вкрстен лигамент се многу ретки, а настануваат поради брза и силна хиперекстензија на коленото или при удар во кондилот на фемурот при флектирано колено и фиксирана тибија. Повредата со абдукција и ротација во коленото секогаш

доведува до сложени повреди на медијалниот колатерален лигамент, предниот вкрстен лигамент и медијалниот менискус, што се вика несреќна тројка на коленото. При повредата на лигаментот може да настане целосна или делумна руптура. Во клиничката слика секогаш постои хематом и заштитен спазам на мускулите и затоа е тешко да се изврши клиничко испитување. Најпрво треба да се аспирира содржината во зглобот за потоа да се добие јасна клиничка слика.



Фигура 13. Руптура на Предниот вкрстен лигамент

Figure 13. Rupture of the anterior cruciate ligament

При изолирана повреда на предниот вкрстен лигамент поместувањето на тибијата под фемурот при вршењето на прегледот нема да биде толку големо, како кога постои здружена повреда и на медијалниот колатерален лигамент.

Акутната повреда на предниот вкрстен лигамент тешко се дијагностицира, се добива погрешна слика и повредените доаѓаат во специјалистичка установа кога веќе постои лабавост на коленото. Сепак, добро земена анамнеза со опис на механизмот на повредата и претпазлив преглед по потреба со примена на анестезија ќе овозможи рана дијагноза и лечење. Рехабилитацијата зависи од тоа дали се работи за изолираната повреда или здружена повреда (повреди на менискусот и медијалниот колатерален лигамент). При авулзија на интеркордиларната еминенција, најдобра би била затворена метода на

репозиција на отргнатиот фрагмент. Тоа се постигнува со имобилизација во екстендирана положба на коленото со еластична натколена чизма од 2-4 недели, а потоа во еластичен тутор во коленото во наредните 2-4 недели. Вкупното траење на имобилизацијата е од 6-8 недели. Ако со затворена метода не може да се постигне репозиција на отргнатиот фрагмент, тогаш се пристапува кон оперативно лечење со разни методи на фиксација зад тибијата. Оперативниот зафат се состои во прицврстување на феморалниот припој на предниот вкрстен лигамент преку два напоредно издупчени канали во латералниот кондил на фемурот. При здружена повреда на менискусот и предниот вкрстен лигамент, менискусот се вади, а лигаментот се зачувува само ако постои авулзија или ако е лесна можноста да се прицврсти феморалниот припој. При повреда плус и на колатералниот лигамент, главно внимание се обрнува на медијалниот колатерален лигамент.

При оперативна реконструкција на lig.cruciatum anterius при застарена повреда, согласно денешните ставови во поглед на индикација за тој оперативен зафат, не е неопходна и менисектомија. Тоа значи дека поради руптура на вкрстениот лигамент болниот немал никакви пречки ниту тегоби или тие биле минимални. Постојат повеќе начини за извршување на оперативниот зафат. Се користат дел од тетивите, медијалните пателарни врски, дел од меникусите итн.

Денес, голем број автори сметаат дека не е потребен реконструктивен оперативен зафат при повреда на предниот вкрстен лигамент затоа што неговата функција во целост може да ја надомести m.guadriceps femoris (не и кај професионалните спортисти). Според тоа, при застарена руптура на lig.cruciatum anterius не постои индикација за реконструктивен зафат, туку треба да се врши јакнење на квадрицепсот и тоа за изолирана руптура на лигаментот, како и за здружена руптура со повреда на менискус, со тоа што менискусот претходно треба да се извади.

#### Симптоми при повреда на преден вкрстен лигамент se: (ACL)

- При повредата може да се слушне звук како удар од камшик;
- Хематом, оток кој се јавува во првите осум часа;
- Ограничени движења на коленото поради болка;

- Чувство на лабавост на коленото;
- Флексија поголема од 90 степени често не е можна во акутната фаза.

Диференцијално дијагностички треба да се има предвид дека слични или исти симптоми може да има и кај други повреди поради што треба да се внимава при поставување на дијагнозата и одредување на третманот.

Во предвид може да дојде:

- Повреда на менискус;
- Остеоходрална фрактура;
- Лезија на колатералните легитаменти;
- Повреда на mm.bicipitis femoris.

Третманот на овие повреди зависи од степенот на оштетување и може да биде:

- Неоперативен
- Оперативен

Кај голем дел од повредите се користи:

- Ласер
- Ултразвучна терапија
- Интерферентни струи
- Стимулации и вежби за m.gadriceps femoris
- Дренажа на потколеницата и колениот зглоб

За враќање на нормалната активност треба да бидат исполнети следните критериуми:

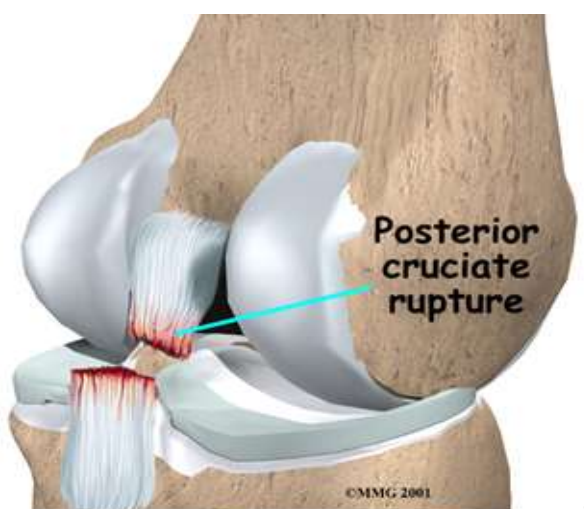
- коленото да биде без оток;
- јачина на квадрицепс 80 % од нормалното колено.

## 2.6. Повреди на заден вкрстен лигамент (PCL)

Повредите на задниот вкрстен лигамент најчесто доаѓаат заедно со руптура на задниот дел на зглобната капсула. Повредата на задниот вкрстен лигамент настанува кога при флектирано колено силата дејствува на кондилот на тибијата однапред кон назад. Најчесто доаѓа до оттргнување на лигаментот на феморалниот припој.

За дијагноза важна е анамнезата, механизмот на повреда и осетливоста на длабока палпација во поплитеалната јама. Ако постои руптура на зглобната капсула, тогаш нема оштетување и излив во зглобот, туку само во поплитеалната јама, а може да се спушти и на задната страна на потколеницата. Симптомите на руптуриран лигамент не можат веднаш да се забележат поради спазмот на мускулите и отокот на коленото. Лечењето би требало да биде оперативно со оглед на тоа што повредата на задниот вкрстен лигамент и капсулата предизвикуваат доста голема нестабилност на коленото. Оперативното лечење се состои во фиксација на тибијалниот припој за што постојат повеќе различни начини и не претставува голема тешкотија, додека фиксацијата на феморалниот припој е потешко да се изведе.

При застарена руптура, како и кај предниот вкрстен лигамент, постојат повеќе начини на реконструктивен зафат.



Фигура 14. Руптура на заден вкрстен лигамент

Figure 14. Rupture of the posterior cruciate ligament

Симптоми при повреда на заден вкрстен лигамент (PCL) се:

- Болка во коленото
- Зголемен лакситет на коленото
- Може, но не мора да се јави оток во коленото
- Болка при активни и пасивни движења

Диференцијално дијагностички треба да се има предвид дека слични или исти симптоми може да има и кај други повреди поради што треба да се внимава при поставување на дијагнозата и одредување на третманот. Во предвид може да дојде:

- Повреда на arcuate ligament complex
- Руптура на тетивата на m.popliteus
- Лезија на задната капсула.

Третманот на овие повреди се состои од:

- имобилизација;
- спортистот да се упати кај специјалист.

Кај голем дел од повредите се користи:

- Ласер
- Ултразвучна терапија
- Интерферентни струи
- Стимулации и вежби за m.quadriceps femoris
- Дренажа на потколеницата и колениот зглоб

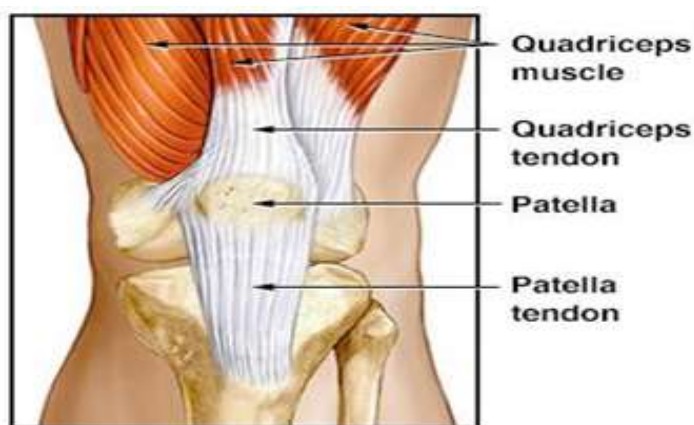
Кај изолирана повреда третирано конзервативно, најрано враќање на нормална активност може да се очекува по два месеци, а кај комбинирани повреди или повреди третирано оперативно тоа време може да биде до 9 месеци.

## 2.7. Пателарен лигамент

Пателарниот лигамент се наоѓа во центарот на коленото. Тој се протега од пателата до тибијата. Тој е многу силен, рамен лигамент, во должина од околу 5 сантиметри. Неговите влакна се протегаат од врвот на пателата, продолжуваат преку пателата за да стигнат до туберосите на тибијата. Неговите површни влакна се продолжени преку должината на предниот дел на пателата до оние на m.guadriceps femoris . Медијалните и латералните делови од тетивата на m.guadriceps femoris продолжуваат надолу, од другата страна на пателата, за да се вметнат, односно припојат на дисталниот дел на тибијата. Задната страна на пателарниот лигамент е одделена од синовијалната мембрана на зглобот со голема, т.н. инфрапателарна мембрана и од тибијата со бурса.

Симптоми при повреда на пателарниот лигамент се:

- болка во коленото;
- оток, односно едем во коленото;
- ограничени движења во колениот зглоб;
- лакситет на пателата.



Фигура 15. Пателарен лигамент

Figure 15. Patellar ligament

Диференцијално дијагностички треба да се има предвид дека слични или исти симптоми може да има и кај други повреди поради што треба да се внимава при поставување на дијагнозата и одредување на третманот.

Третманот при повреда на пателарниот лигамент се спроведува во зависност од типот на повредата и може да биде оперативен или конзервативен. Кај конзервативниот се применува следната физикална терапија:

- Ласер;
- Ултразвучна терапија;
- Интерферентни струи;
- Стимулации и вежби за m.guadriceps femoris;
- Дренажа на потколеницата и колениот зглоб.



### **3.ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО**

**Цел на истражувањето** е да се прикаже ефикасноста на изокинетичката дијагностика и изокинетичкото вежбање при повреда на преден вкрстен лигамент кај спортисти.

#### **Задачи**

- Да се прикаже ефикасноста на изокинетичката дијагностика при дијагностицирањето на повреда на предниот вкрстен лигамент;
- Да се прикаже ефикасноста на изокинетичкото вежбање при рехабилитација на повреда на преден вкрстен лигамент кај спортисти.
- Да се утврди разликата при рехабилитација на повреда на ACL со и без примена на изокинетика.
- Да се прикаже можноста на рано дијагностицирање.

#### 4. МЕТОДИ НА ИСТРАЖУВАЧКАТА РАБОТА

Во специјалистичкиот труд е прикажана студија на случај на професионален фудбалер од македонска прва фудбалска лига на возраст од 26 години. Фудбалерот е опериран од преден вкрстен лигамент. Постоперативната рехабилитацијата на преден вкрстен лигамент е изведена без учество на изокинетичка машина, при што после 10 месеци од операцијата фудбалерот е во тренажен процес. Сепак после секој тренинг кај фудбалерот се јавува болка и оток на коленото.

Понатамошната рехабилитација на пациентот и *истражувањето е спроведено во клиниката за спортска медицина "KINETIKUS" во Скопје.*

Во истражувањето е вклучен и д-р. Зоран Ханџиски.

Пациентот е третиран со BIODEX машина, изокинетичко вежбање т.е. метода на „ПИРАМИДА“ каде што оптоварувањата се движат од полесно кон потешко ниво.

Добиените резултати се претставени како студија на случај.

За следење на разликата во почетните и крајните параметри, се направени изокинетички тестови на изокинетичката машина BIODEX, при што е тестирана флексијата и екстензијата на повреденото колено.

##### 4.1. ИЗОКИНЕТИЧКА ДИЈАГНОСТИКА

Во денешно време спортот станува се посложен, а напорите на кои се изложени професионалните спортисти се се поголеми. Поради тоа, се поголемо внимание се посветува на кондиционата подготвеност, при што од една страна би се подобриле спортските перформанси, а од друга страна би се намалил ризикот од повреди. Еден од основните параметри на општата физичка подготвеност, а воедно и најзаслужен за добри спортски резултати е силата на мускулите. Освен максималната сила, многу важен е и правилниот сооднос на силата на различни групи мускули, особено на оние поврзани со ист кинетички синџир. Исто така, мускулите служат и како главни стабилизатори на зглобовите, кои поради своите морфолошко-функционални особини се исклучително чувствителни. Од една страна, зглобовите се релативно

нееластични, а од друга страна, мораат да го компензираат најголемиот дел од стресот на локомоторниот апарат. Последователно на тоа, мускулите се подложни на повреди, а единствена заштита е силна, урамнотежена мускулатура. За правилно и успешно да се зајакне мускулно-зглобниот состав, неопходна е квалитетна и квантитативна дијагностика, која ќе овозможи правилен избор на вежби, каква што е изокинетичката дијагностика. Со изокинетеичко тестирање, за секој поединец добиваме детални информации за силата на поединечни мускулни групи, разликата помеѓу агонистите и антагонистите, билатералната споредба на иста мускулна група, издржливост на мускулатурата, опсегот на движење на зглобот што се тестира итн. Тестирајќи различни спортисти од различни спортови, со помош на изокинетичката дијагностика се откриваат низа специфичности поврзани со поединечен спорт, т.е. бројни карактеристични дисбаланси помеѓу антагонистите и агонистите, често и со билатерална разлика. Добиените податоци се исклучително важни за секој спортист и тренер, бидејќи овозможуваат прецизно планирање на тренажниот процес. Со тоа можеме значајно да ја зголемиме ефикасноста на тренингот, а исто така и да спречиме голем број на повреди, кои се најголема опасност во спортот.

Изокинетичката дијагностика се употребува и во рехабилитациони цели.

Изокинетичката дијагностичката апаратура се користи во евалуација на моменталната состојба на локомоторниот апарат, тестирајќи ја квантитативната сила на одредени мускулни снопови при различни брзини на движење. Во тестирањето на екстремитетите најчесто се користат помали брзини за мерење на максималната сила и поголеми брзини (со поголем број повторувања) за одредување на издржливоста. Исто така, во текот на тестот се добиваат и други важни параметри како што се целокупната работа, опсег на движење, индекс на замор, однос на мускулите антагонисти и агонисти и друго.

Во рехабилитација, изокинетиката доста успешно се користи кај спортисти кај кои дошло до различни повреди и оштетувања на системот на движење, како и кај оние каде со тестирање е востановена слабост кај одредени мускулни групи. Изокинетичката дијагностика е технолошки напредна техника за евалуација на релевантни параметри на мускулно - скелетниот систем. Се

овозможува развој на максималната сила за време на целосниот опсег на движење, со прилагоден отпор или замор, поради што за време на тестирањето или вежбањето не може да се појави оптоварување на мускулите. Тоа е многу важно кога се работи за функционална рехабилитација на спортска повреда. Изокинетичката дијагностика се користи и во кинезитераписките програми, евалуација на резултатите пред и после извршените кинезитерапевтски вежби. Исто така, се користи и во евалуација на превентивниот процес на кондициска припрема за долгорочно лонгитудинално следење и испитување на заедничките карактеристики на одредена група на спортисти.

Изокинетичката дијагностика исто така е многу битна и во процесот на откривање на дисбаланси на одредени мускулни групи со што на време можеме да го заштитиме спортистот од можна повреда. Таквите податоци се корисни за планирање и програмирање на превентивна програма на вежби специфични за одредената мускулна група. Резултатите добиени од изокинетичкото тестирање ни овозможуваат моментален увид во соодносот на мускулната сила на агонистите и антагонистите на еден екстремитет, или пак соодносот на мускулите помеѓу два екстремитета.

Постојат различни изокинетички апарати за тестирање и дијагностика, а основна разлика помеѓу сите тие апарати е системот кој се употребува за давање на отпор при тестирањето или рехабилитацијата.

За потребите и истражувачката работа за изработката на овој специјалистички труд е користен апаратот за изокинетичко тестирање со хидрауличен систем *BIODEX*.

Во основа изокинетичкиот апарат се состои од:

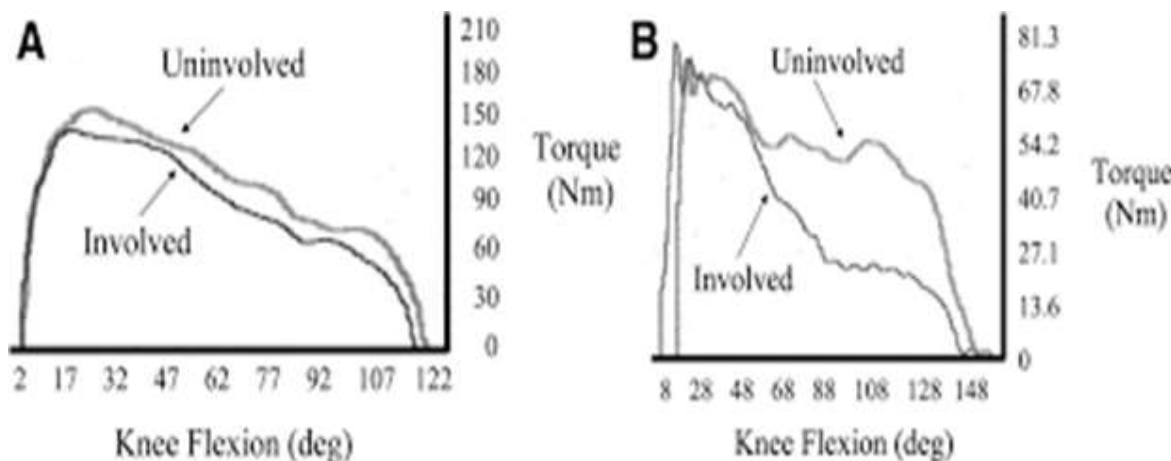
- 1) Ротаторна рачка со која го вртиме седиштето зависно од положбата што ни треба при тестирање;
- 2) Педала со која го придвижуваме столот напред назад зависно од големината на пациентот;

- 3) Педала со која го подесуваме столот горе долу во зависност што тестираме;
- 4) Рачка која дава цервикална поддршка на вратот при тестирањето или вежбањето;
- 5) Рачка за адаптирање т.е. навалување на потпората за грб. На пример, кога тестираме колк треба да го спуштиме до доле или кога тестираме скочен зглоб мора да го спуштиме наклонот за некој степен;
- 6) Тока за затегнување на појасите кои за време на тестирањето се врзани околу нив;
- 7) Рачка за стабилизација т.е. при тестирањето или вежбањето на изокинетика испитаникот мора да се држи со рацете за рачките;

Исто така, во сосотав на изокинетичкиот апарат влегуваат и дополнителни додатоци кои служат при рехабилитација или тестирање, како што е додатокот за колено, скочен зглоб, колк, рамо и др.



Податоците добиени од тестирањето или од вежбањето на биодексот т.е на изокинетичката апаратура, освен нумерички се прикажуваат и графички .



На графичкиот приказ може да се увиди состојбата на тестираниот сегмент изразен во степени (мускулна сила изразена во степени).

Во изокинетичкиот апарат има хидрауличен механизам со масло и систем на вентили, така што испитаникот со силата на мускулите кои што се вклучени во работата, го потиснува маслото од една во друга комора, а специјален компензаторен механизам го регулира отпорот со цел да се задржи зададената брзина на движење. Додека испитаникот ја користи својата сила, апаратот произведува отпор, а кога силата ќе престане престанува и отпорот. Токму затоа, ваквиот начин на вежбање или тестирање не го доведува испитаникот во опасност од повреда.

Со изокинетичките апарати, може со активни движења да се тестираат мускулните групи на зглобот на колената, скочните зглобови, колковите, рамињата и лактите. Движењата се тестираат во сите правци (екстензија, флексија, абдукција, аддукција, внатрешна и надворешна ротација) за секој зглоб посебно. Тестирањето најчесто се изведува од 60 степени/сек (испитување на максималната сила на мускулите) и 240 степени/сек (испитување на издржливост). Во текот на активното движење се анализира силата на поединечни мускулни групи, обртен момент, индекс на замор, опсег на движење на зглобот, акцелерацијата и децелерацијата, вкупната работа и друго.

### Advantages of Isokinetics - #3 Accommodating Resistance

Resistance accommodates to:

- length-tension curve of the muscle
- skeletal leverage system
- fatigue
- Pain

Isotonic Resistance does not

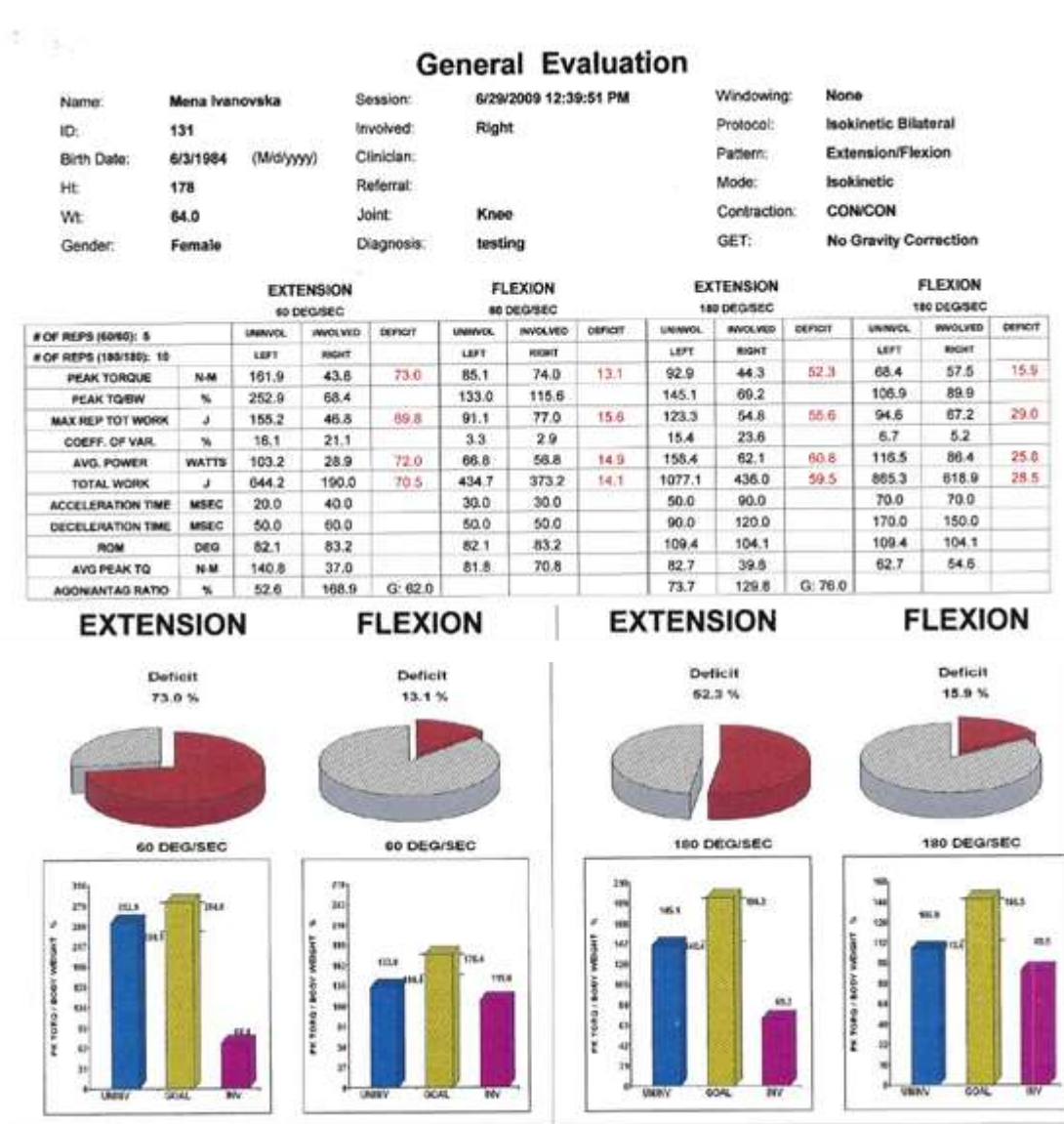


Skeletal leverage system throughout the ROM

При тоа, податоците се споредуваат со стандардизирана нормала која претставува очекувана вредност за конкретна мускулна група за секој испитаник, земајќи ги во предвид висината, тежината, полот,возраста, како и делот кој го тестираме.

Треба да се воочи дека тие очекувани нормали за секоја мускулна група се доста различни од поединец до поединец, односно, ќе биде далеку поголема за добро трениран спортист на помлада возраст отколку за некоја повозрасна личност која што помалку се движи. Тие очекувани вредности се мерени на доста голем примерок (преку 20 000 испитаника) и поради тоа веродостојноста им е доста висока.

Резултатите од тестот покрај измерените вредности кои се во дигитален облик, можат да се искористат и за пресметка: на меѓусебниот однос на параметрите, на односот на агонистот и антагонистот, билатерални споредби, временски акцелерации, брзина на реципроцитет на движење, точка на максимален обртен елемент, индекс на замор, или издржливост во апсолутни и релативни вредности итн. Со графичка обработка се добива приказ на крива на опсег на движење со можни критични точки во текот на движењето, компаративни односи на параметрите на испитаните мускулни групи и билатералните односи на екстремитетите.





#### **4.1.1. Примена на изокинетичка дијагностика при повреда на ACL**

##### *А) Евалуација на моменталната состојба на спортистот*

Кај секој спортист исклучително е важно со изокинетичката дијагностика да утврди колкава е неговата максимална сила на мускулите, каква му е мускулната издржливост, каде му се слабостите, а каде силните страни.

На самиот почеток терапевтот најпрвин треба да ги измери обемот на мускулите на ногата на повреденото колено, и да ги спореди со резултатите на здравата нога. Се вршат мерења на растојание од 10 см, на 15 и на 20 см од коленото нагоре. Ова е еден од првите, основните начини за да се увиди дали постои атрофија на мускулите на натколеницата. Откако ќе се извршат мерењата, се препорачува изокинетичка дијагностика преку која ќе ги добиеме подеталните резултати во бројки, проценти или во графички приказ преку кои ќе се знае точно дали проблемот кој што треба да го решаваме е во квадрицепсот, во намалување на медиалната и латералната глава на мускулот, или пак во задната ложа. Овие мерења се особено потребни при повреда на предниот вкрстен лигамент, бидејќи соодност на мускулите од предната ложа со задната ложа, треба да е во граница на нормалата.

Понатаму, потребно да се утврди дали постои дисбаланс кај различните мускулни групи кој негативно би влијаел на тренажниот процес, зголемувајќи ги предиспозициите за различни повреди. Врз основа на добиените резултати, за секој поединец може оптимално да се прилагоди начинот на интензитетот на тренирање.

##### *Б).Евалуација на состојба после повреда (претходи рехабилитација)*

Прецизен, детален и динамички статус на кинетичкиот синџир во кој настанала повредата, е предуслов за спроведување за квалитетна, целосна и индивидуализирана изокинетичка рехабилитација.

На стартот на рехабилитација на ACL потребно е да се изведуваат вежби. На пример: со исправена нога, пациентот легнат на грб, прави абдукција и

адукција на ногата, кружни движења од една страна па од друга страна, статичка контракција на мускулот, ногата ја подигнува 10 см од креветот и ја задржува 10 сек, испишува букви и бројки со испружена нога, и слични други вежби кои ќе придонесат во рехабилитација на преден вкрстен лигамент.

Исто така треба и да се стимулираат мускулите со апарат COMPEX за да не дојде до атрофија која би се зголемила после оперативниот зафат. При тоа се користи многу важното инхерентно својство на изокинетиката да не ги оптоварува зглобовите, така што мерењето може да се спроведе и во случај на свежи повреди или оштетувања на зглобната структура

### *В) Евалуација на успешноста на рехабилитацијата и процена за враќање во спортска активност*

По завршувањето на рехабилитацијата важно е да се утврди дали мускулната сила на повредениот екстремитет е вратена во потребните граници, а исто така дали коефициентите на агонистот и антагонистот се со задоволувачки параметри. Рехабилитацијата се смета за успешна, а спортистот спремен за враќање на тренинзи и натпреварување, кога мускулната сила на повредениот екстремитет е во рамките 10 до 15 % од силата на здравиот екстремитет.

### *Г) Превенција на повреди и оштетувања*

Изокинетичката дијагностика особено е значајна при превенција на повреди и оштетувања на мускулно-костениот систем. Тоа е посебно важно кај спортистите кај кои во минатото биле извршени хирушки интервенции на преден вкрстен лигамент на коленото. Кај нив, со детекција и корекција на дисбалансот кај различните мускулни групи можеме да спречиме настанување на повреда. Постојат бројни студии кои укажуваат на високата корелација помеѓу мускулниот дисбаланс и појавата на зачестеност на повредите. Со анализа на изокинетички тестови може да се утврдат рани ризици на можни нарушувања или повреди пред развојот на субјективни симптоми. При тоа, треба да се нагласи значењето на процената на односот на агонистот и антагонистот како еден од главните показатели на стабилноста на зглобот или ризикот од повреда на зглобната структура и појава на симптоми на прекумерно оптоварување. Различни студии покажуваат дека мускулниот

дисбаланс на згобовите на колковите можат да доведат до чести повреди на mm.bicipitis femoris. Исто така, во студија која вклучува пациенти со лумбо-сакрален синдром, пронајден е голем дисбаланс на антагонистите на колковите, кој што го оптоварува рбетниот столб, причинувајќи болка во долниот дел на грбот.

#### *Д) Тренажна алатка*

Изокинетичкото тестирање е корисно повеќекратно да се спроведува во различни фази на периодизација при рехабилитација на ACL. Со тоа, а врз основа на добиените резултати, може да се насочи тренажниот процес кон посакуваното подобрување на силата и јакнење на утврдените слаби точки. Изокинетиката, како тренажна алатка ни е од голема помош, поради тоа што од претходните добиени графички резултати вршме точно дозирање и оптоварување на коленото, немаме никакво оптоварување на предниот вкрстен лигамент, имаме изолирано дејство и работиме на подобрување на специфичностите на мускулните групи кои во иднина ќе ни гарантираат сигурност и стабилност на предниот вкрстен лигамент. Другите тренажни процеси, како што се оние спроведувани во фитнес клубови со тегови и справи кои можат да направат компликации на коленото, или пак оние спроведувани на надворешни терени со нерамни кои придонесуваат до зголемено оптоварување на коленото и целиот зглобно - коскен систем на повредената нога, можат негативно да влијаат врз предниот вкрстен лигамент во фаза на рехабилитација.

#### *Ѓ) Лонгитудинално следење на поединечен спортист*

Постојат бројни лонгитудинални студии во кои се споредуваат резултати на сукцесивни тестирања кај иста личност или иста група на испитаници. Исто така, може да се следи и развојот на дисбалансот на мускулите во тек на подолг временски период, во корелација со субјективните симптоми. Изокинетичкото тестирање на колената (како превенција од повреда на ACL) е корисно да се спроведува редовно низ долг временски период поради: процена на физичката спремност, следење на напредокот и процена на адекватноста и успешноста на тренингот. Имено, со повторување на тестовите и

прогресивната анализа можат да се добие детален увид во промената на секој мерен параметар преку пресметана стапка на промена со која е осигурана точност на ретроградната анализа на конкретниот случај.

#### *Е) Испитување на заедничките карактеристики кај одредени групи спортисти*

Со изокинетичката дијагностика на поголем број испитаници се добива и увид во состојбата на локомоторниот апарат на тестираните групи спортисти во целина. Се покажало дека спортистите кои се занимаваат со одреден спорт често на тестирањата имаат различни пореметувања специфични за тој спорт. На пример, кај група врвни скијачи утврдени се специфични дисбаланси на поедини антагонистички мускулни групи, а во врска со тоа биле и одредени субјективни симптоми. Конкретно во таа група на спортисти најден е голем дисбаланс помеѓу антагонистите на колковите (флексорите на колкот биле битно послаби во споредба со екстензорите) што често било пропатено и со болки во грбот (поради зголеменото оптоварување на грбетниот столб). Секој спорт поради разликите во тренажниот процес има свои специфичности, а изокинетичката дијагностика ни дава увид во сржта на проблемот како и насоки за адекватно решение.

## **4.2. МЕТОДИ НА ИЗОКИНЕТИКА ПРИ РЕХАБИЛИТАЦИЈА НА ACL**

Изокинетиката е еден од методите за јакнење на мускулите на натколеницата кај која се избира брзината на движењето додека апаратот го прилагодува отпорот автоматски. Методи за јакнење на мускулите со помош на отпор се:

- изометриски вежби: непроменлива брзина (0/сек); непроменлив отпор
- изотонички вежби: променлива брзина (60/сек динамичка брзина), непроменлив отпор
- изокинетички вежби: постојана брзина (1-300/сек динамичка брзина), прилагодлив отпор.

Во текот на рехабилитација на ACL се избира константна брзина на движење која се избира во зависност од специфичните цели во рехабилитацијата или

вежбањето, проследено со прилагоден отпор. Изокинетичкиот отпор при рехабилитација на ACL овозможува вежбање со функционална брзина, со цел да се развијат силата и издржливоста, т.е. невро - мускулниот систем да се акомодира на брзини кои се потребни за динамички функции на ногата. Додека пациентот ја користи својата сила - апаратот произведува отпор. Кога силата престанува, престанува и отпорот, па со тоа ваквото вежбање не го загрозува пациентот. Со изборот на брзина може специфично да се работи на развојот на силата (со мали брзини се развива максималната сила, а со големи брзини издржливоста). Се добива повратна (фитбек) информација за развиената сила, посебно за антагонистичките мускулни групи на секој екстремитет. На тој начин, и пациентот и докторот активно се вклучени во процесот на поефикасна рехабилитација.

#### **4.2.1.Примена на изокинетичка рехабилитација**

Изокинетиката освен во превентивни цели успешно се користи и кај следните состојби:

- Колено - повреди на менискус, преден вкрстен лигамент, заден вкрстен лигамент, колатерален лигамент, оштетувања на `рскавицата, пателарен лигамент, деформации и дислокации на пателарниот лигамент, артроза на колено, феморо-пателарна артроза, и друго
- Колк - фрактури, луксации, артрози, состојби после вградена тотална ендопротеза и друго
- Стапало - повреди на скочен зглоб, фрактури на коски, оштетување на нерви и мускули во тоа подрачје, состојби после артрореза, и друго
- Рамо - импиџмент синдром, луксација на рамо, повреди на нерви, тетиви и мускули, рамен појас, различни постоперативни состојби и др.

- Лакот - фрактури во подрачјето на лактот, воспаление на тетиви и др.
- Предоперативна припрема - докажано подобри и побрзи постоперативни резултати на рехабилитација.
- Различни болести и повреди на мускулите - руптура, мускулни дистрофии, пареза на мускули и сл.
- Состојби после фрактури на коски, состојби после оштетени нерви, разни постоперативни состојби.

Изокинетичката рехабилитација при повреда на ACL е индицирана во следниве категории:

1. Лица кај кои дошло до изразена силна атрофија на мускулите (пациент кај кого во минатото има извршен оперативен зафат на преден вкрстен лигамент), што предизвикува создавање на така наречен маѓепсан круг (слаби мускули не можат да се зајакнат, бидејќи секое вежбање ги оптоварува зглобовите, а оштетените зглобови болат и го оневозможуваат понатамошното вежбање и јакнење на мускулите)
2. Рана постоперативна рехабилитација, кај операција на колено на преден вкрстен лигамент, каде е потребно внимателно и постепено оптоварување на зглобот (други видови вежби можат да бидат опасни), каде со помош на изокинетичкиот апарат правиме пасивни движења на коленото т.е. флексија и екстензија за да се добие целосен опсег на движење на повреденото колено и со помош на изокинетика колку што е можно да го зголемиме мускулниот обем на повреденото колено, бидејќи после операција доаѓа до нагло атрофирање на мускулите што го држат коленото стабилно. Во постоперативната рехабилитација оваа фаза ја има една од главните улоги.
3. Повреди кај спортисти кај кои поради нивната професија исклучително е важно брзото опоравување.

### 4.3 ПРОГРАМА ЗА РЕХАБИЛИТАЦИЈА НА ACL

Иако лигаментите по природа се јаки и цврсти, истегнувања и нагли надворешни или внатрешни сили можат да предизвикаат руптура на лигаментите што е мошне честа спортска повреда. Штетата настанува кога мускулните влакна ќе се откинат, а тежината на повредата зависи од тоа во колкава мера истите се истегнати и каква болка се доживува како резултат на повредата. Поради недостаток на приток на крв во ткивата, руптурите понекогаш стануваат трајно оштетување кое може да заврши со нивно отстранување. Исто така, доколку лигаментот е истегнат повеќе од што може да поднесе, постои можност никогаш да не се врати во првобитната состојба.

Преден вкрстен лигамент (ACL) најчесто е подложен на руптура при спортски активности. Најчест симптом на повреда на ACL е чувство на одземеност на ногата, проследено со болка и оток во коленото. Во најголем број случаи повредата се решава со операција, иако постојат спортисти кои успеале да се вратат во полна спортска активност после ваква повреда и без оперативен зафат.

Рехабилитацијата започнува веднаш после операцијата со примена на физикална терапија и мускулна стимулација, со цел редуцирање на отокот и инфламацијата, како и враќање на мускулната сила на предната ложа со помош на статички вежби. Веднаш се започнува со враќање на амплитудата на движење, најпрвин екстензија, а потоа и флексија.

После 4 недели од операцијата пациентот добива полна потпора на повредената нога. Се започнува и со други облици на кинезитерапија, изометриски и динамички вежби. Се применува масажа на самото колено, чашките и околните мускули и тетиви (IT Band).

До 16-тата недела од операцијата се прават вежби за јакнење на мускулите на долните екстремитети, а притоа се почнува и со програма за враќање на кинетичкиот синџир и со лесно трчање.

Во 17-тата недела пациентот е спремен да почне со скокови. Целокупната рехабилитација трае 6 (шест) месеци, но се препорачува со активна физичка

активност да се започне после 8-миот месец. Тогаш, спортистите се потполно спремни да се вратат на терен без страв за влез во било каков спортски дуел.

Најважниот елемент при рехабилитацијата на колено е едукација и запознавање на пациентот каква е неговата повреда, колку долго ќе отсутствува од физичките активности, каков е планот и програмата за рехабилитација, како таа ќе се одвива и кои се основните вежби што треба да ги прави пред оперативниот зафат. Мускулот кој е трениран пред оперативно, многу побрзо ги враќа своите нормални функционални вредности во споредба со не трениран мускул.

Болката е првиот постоперативен ограничувачки фактор, и треба да се намали нејзиниот интензитет. Затоа уште од првиот ден треба да се прави транскутана нервна стимулација на мускулот. Флексорите на подколеницата побрзо ја враќаат својата функција во споредба со екстензорите (квадрицепсот), освен после репарација на преден вкрстен лигамент. Во вакви случаи треба интензивно да се работи на мускулите на задната ложа.

После повреда на коленото, освен рехабилитација на флексорите и екстензорите на коленото, е потребна и рехабилитација на мускулите на колкот (флексори, екстензори, абдуктори и адуктори), бидејќи можат да атрофираат. Исто така, потребна е и рехабилитација на m.triceps surae. Специјален програм за истегнување на задната ложа, предната ложа и препонските мускули не само што е витален дел на рехабилитационата програма туку и интегрален дел при превенција од повреда.

При успешно спроведена физикална терапија, многу е важно да се врати стабилноста на коленото и со помош на кинезитерапија да се зајакнат мускулите околу зглобот на коленото. На почетокот, со пасивни движења водени од страна на терапевтот или со изокинетичкиот апарат Biodex треба да се врати подвижноста на зглобот, да се раздвижат и истегнат мускулите пред почнување со тренингот.

#### **4.3.1. Улога на изокинетички апарат BIODEX при рехабилитација на ACL**

Рехабилитацијата со помош на Biodex и враќањето на зглобот во почетна функција трае многу пократко во споредба со класичен третман и тренинг за



враќање на мускулната сила. Со Biodex прецизно задаваме амплитуда на движење, точно одреден агол во кој ќе се извршува движењето, што е важно за почетокот на рехабилитацијата, бидејќи амплитудата на движење после операција во почетокот е помала од нормалната, а потребно е да се избегне болката која би можела да се појави во коленото зглоб со зголемување на аголот на движење.

### Пасивно и потпомогнато движење

Со помош на Biodex ја враќаме подвижноста на зглобот и после тоа можеме да започнеме со тренинг на сила. Оптоварувањето на почетокот на рехабилитацијата не би требало да биде големо. Значи тргнуваме со помал отпор за јакнење на мускулите, т.е. со поголеми брзини. При тренингот со Biodex користиме изометрички вежби – кај нив нема промена во должината на мускулот и развиваме статичка сила и стабилност на зглобот а после тоа се прават концентрични контракции – во кои го зајакнуваме целиот мускул низ цело движење со онолку отпор колку што мускулот може да поднесе, т.е. ексцентрична контракција – за развој на сила каде мускулот се истега, што е многу важен дел од тренингот кој го користиме пред крајот на самата рехабилитација. Biodex изобилува со различни видови на програми кои ја олеснуваат рехабилитацијата и ја прават поуспешна.

### Предности на Biodex

Со ваков постоперативен изокинетичен тренинг на Biodex е речиси невозможно да дојде до прекумерно оптоварување и повредување на мускулите или до појава на болка во зглобот, бидејќи мускулот се оптоварува онолку колку што самиот може да поднесе, а никогаш преку таа граница. Изокинетичкиот тренинг покажа голем процент на успешност во рехабилитација при повреда на преден вкрстен лигамент т.е. скратување на самата рехабилитација и враќањето на спортистот во физичка активност.

1. Ефикасност - мускулот динамички се активира до неговиот максимален капацитет, константно за време на целиот опсег на движење
2. Зајакнување на мускулатурата без оптоварување на зглобовите

3. Можност за развивање на сила (мала брзина) или издржливост на мускулите (голема брзина)
4. Отпорот се прилагодува на капацитетот на пациентот, во секој момент на целокупниот опсег на движење. Тоа овозможува рехабилитација дури и на свежи повреди како и на рана постоперативна рехабилитација
5. Отпорот се прилагодува посебно - можност за целосно зајакнување на мускулот само на повредениот екстремитет
6. Отпор постои во двата правци на движење со што се овозможува воспоставување на рамнотежа помеѓу антагонистичките мускулни групи
7. Голема улога во пред оперативна припрема (сочувана мускулна сила подоцна доведува до побрзо опоравување)
8. Не се јавува воспаление на мускулите поради тоа што:
  - а) не доаѓа до собирање на млечна кисела,
  - б) не настануваат микротрауми на мускулните влакна бидејќи нема ексцентрични мускулни контракции
9. Рехабилитацијата овозможува враќање во спортските активности во најкраток временски рок.
10. Пасивно раздвигување на коленото (флексија и екстензија) во рамките на дозволеното

Искокинетичката рехабилитација на ACL, спроведена согласно индивидуалните дизајнирани протоколи се покажува како исклучително успешна метода во третирањето на ACL. Објективните параметри прикажуваат значително зголемување на силата на мускулите, додека субјективните параметри покажуваат значајно клиничко подобрување. Рехабилитацијата е исклучително брза со видно зголемување на мускулната сила во првите 5 дена.

## 5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

### 5.1. СТУДИЈА НА СЛУЧАЈ

Како студија на случај е прикажана рехабилитацијата на професионален фудбалер од македонска прва фудбалска лига. Фудбалерот е опериран од преден вкрстен лигамент.

Рехабилитацијата на преден вкрстен лигамент е изведена без учество на изокинетичка машина, при што после 10 месеци од операција фудбалерот е во тренажен процес. Сепак после секој тренинг кај фудбалерот се јавува болка и оток на коленото.

По препорака, фудбалерот се отстранува од редовен тренажен процес, ординирана му е физикална терапија за да се смират болките и отокот во коленото.

После седумдневна физикална терапија болките се смирени отокот намален, и фудбалерот е спремен да изврши изокинетичко тестирање.

**Резултатите од тестирањето се прикажани во Табела 1.**

На графичкиот приказ во првата табела (екстензија, флексија 60 deg/sec) каде што се прикажани резултатите за мускулната сила, може да се забележи дека при екстензија на потколеницата на оперираното колено, квадрицепсот на десната нога е послаб т.е. постои дефицит од 45,7% во споредба со не оперираната нога.

Според графиконот, засегнатата десна нога е 153,9 во споредба со левата нога 283,5 pk torg/body weight %. Тоа е голем дефицит за да му се дозволи на еден професионален спортист (фудбалер) да се врати во тренажен процес после операција на преден вкрстен лигамент.

Најпрвин треба да се намали дефицитот на оперираната нога, односно квадрицепсот да се изедначи или да биде до 10 % разлика - што е во рамките на дозволеното.

Исто така, може да се забележи дека и кај задната ложа постои дефицит при флексија од 18,1 (141,6-172,8) .

Во втората табела која што ја покажува мускулната брзина, исто така постои разлика при екстензија, т.е. постои дефицит од 32,9% (159,0 наспроти 224,2), додека при флексија покажува дефицит од 11,8% (139,4-122,9).

И во овој случај станува збор за голема разлика, поради што фудбалерот треба да биде надвор од тренажниот процес со екипата, туку треба да изведува индивидуален тренинг со претходно утврдена програма и план.

Според овие податоци добиени од изокинетичкото тестирање, може да се заклучи дека фудбалерот е прерано пуштен во процес на тренирање со екипата, со постоење на големи дефицити кои што резултираат со болка и оток. Доколку фудбалерот продолжи со тренирање, може да настане нова повреда.

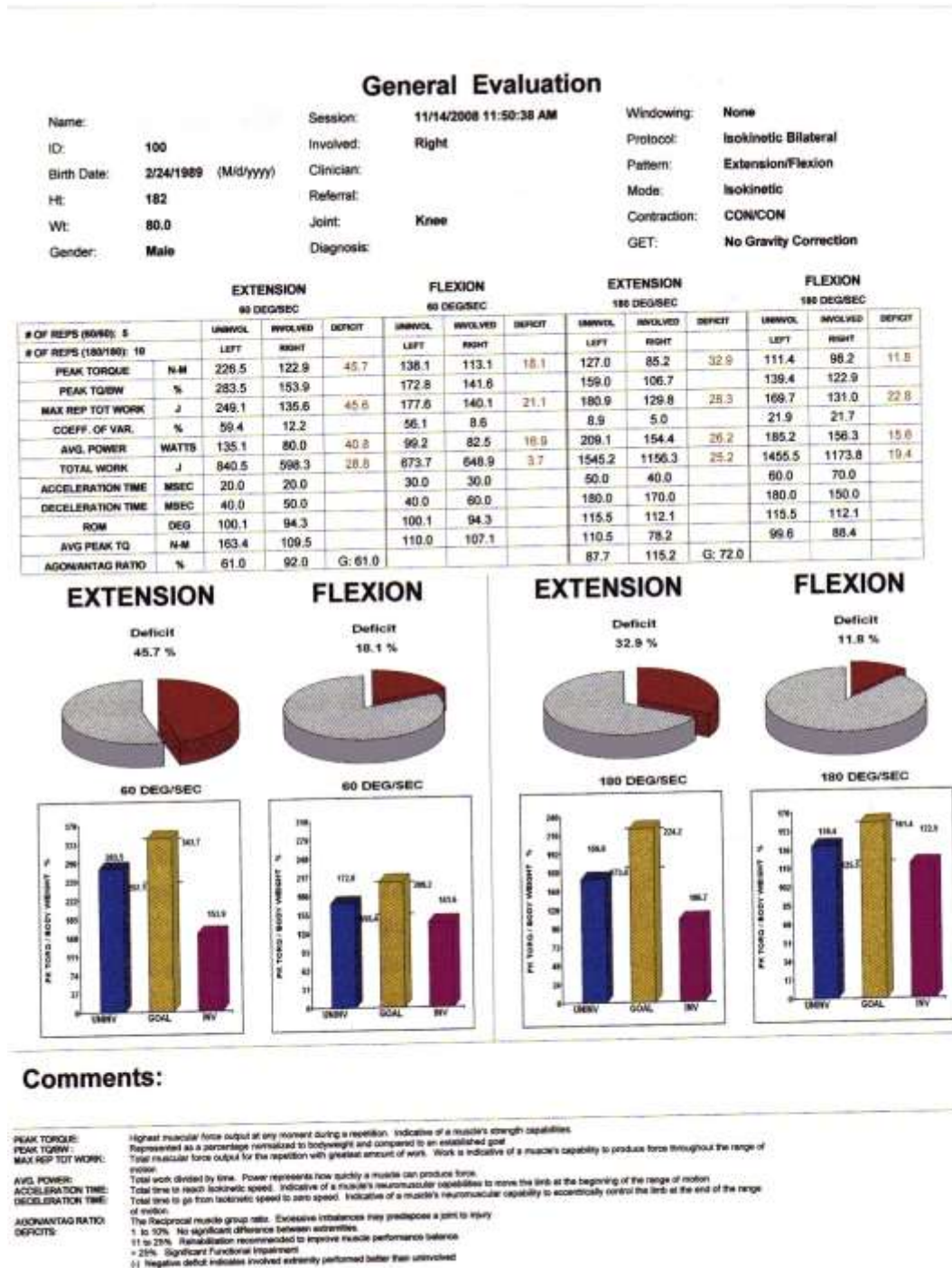
Од овие причини, пациентот беше исклучен од тренажниот процес со екипата и му беше изготвен посебен план и програма за работа, во која беше вклучена работа со изокинетичка машина Biodex.

После три недели му беше направена контрола, т.е. повторно беше направено изокинетичко тестирање со цел да се види дали дефицитот се намалил, и да се спореди со претходното тестирање.

Добиените резултати се прикажани на Табела 2.

Табела 1. Резултати од изокинетичко тестирање на пациентот - фудбалер пред започнување со индивидуален тренинг на изокинетичка машина Biotex.

Table 1. Results of isokinetic testing of the patient - player before starting individual training with isokinetic machine Biotex.



Според добиените резултати од второто изокинетичко тестирање, може да се забележи дека постои големо подобрување на состојбата на пациентот.

Изокинетичкото тренирање на изокинетичката машина Biodex има голем придонес за намалувањето на дефицитот кај пациентот.

Во првата табела каде што се прикажани резултатите од тестирањето на мускулната сила на екстензија, дефицитот е намален и изнесува 24,2 %, а при тестирањето на флексија се забележува дека дефицитот повеќе не постои, дури како што може да се забележи, мускулната сила на флексија кај оперираната нога е за 11 % подобра од здравата нога.

Во вториот дел од табелата каде што се тестира мускулната брзина при екстензија, се забележува намалување на 22,0% (во споредба со првичната вредност од 32,9%), а при флексија се забележува намалување на 4,0% (во споредба со првичната вредност од 11,8%).

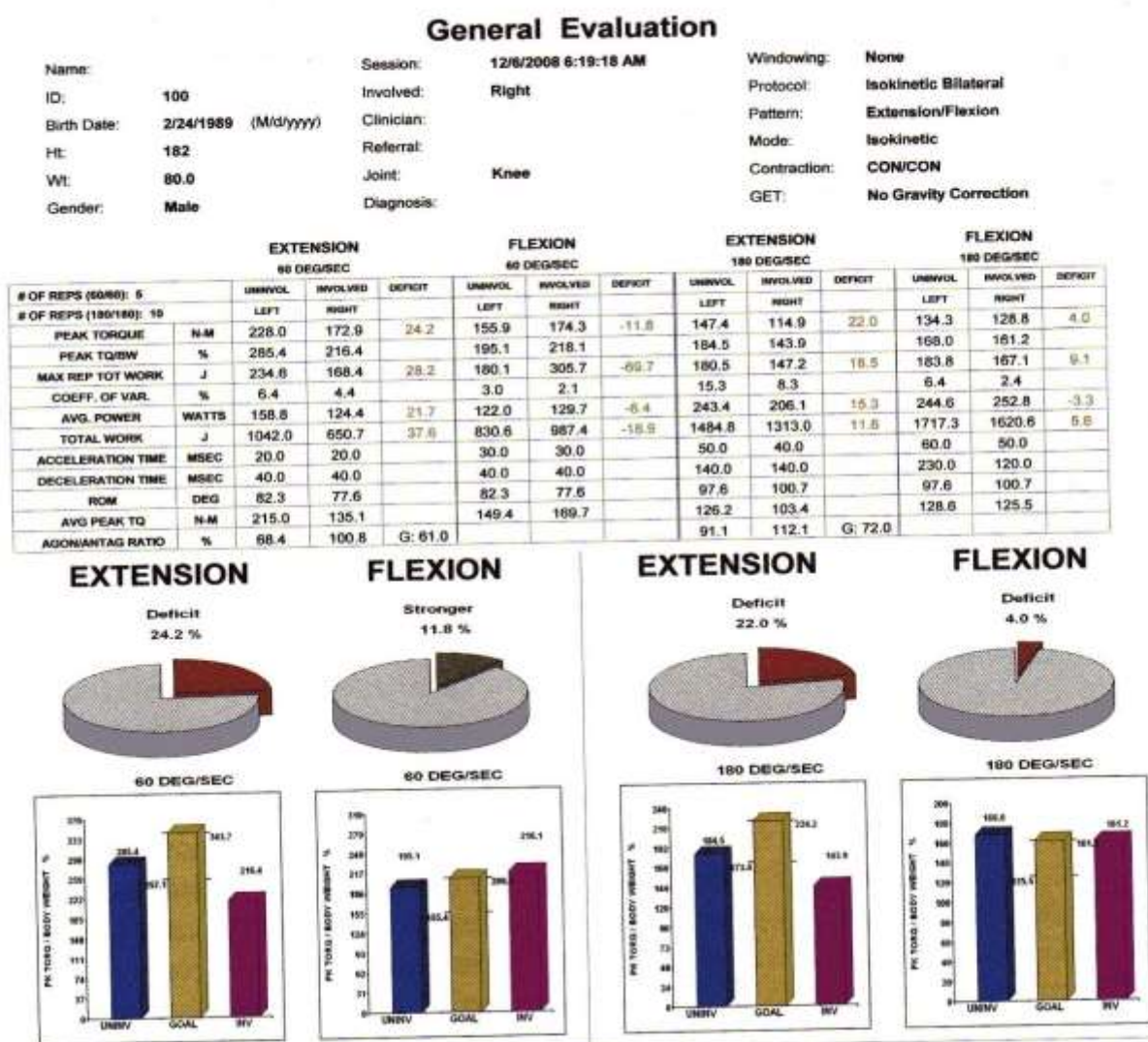
Според добиените резултати од второто изокинетичко тестирање, е донесен заклучок и му е дадена препорака на фудбалерот се уште да не влегува во екипен тренажен процес, туку да продолжи со изокинетичка рехабилитација уште 15 до 20 дена, за да се намали или да се изедначи дефицитот со не оперираната нога.

Но за жал, под притисок од стручниот штаб фудбалерот не го прифати предлогот за препорачаното понатамошно рехабилитирање на коленото со помош на Biodex и започна со тренажен процес со останатиот дел од екипата.

Според наште сознанија, кај фудбалерот како последица од оптоварувањето на коленото, повторно има болки и му се јавува оток во коленото.

Табела 2. Резултати од изокинетичко тестирање на пациентот - фудбалер по завршување на индивидуалниот тренинг на изокинетичка машина Biotex.

Table 2. Results of isokinetic testing of the patient - footballer after completion of individual training with isokinetic machine Biotex.



### Comments:

**PEAK TORQUE:** Highest muscular force output at any moment during a repetition. Indicative of a muscle's strength capabilities.  
**PEAK TQ/BW:** Represented as a percentage normalized to bodyweight and compared to an established goal.  
**MAX REP TOT WORK:** Total muscular force output for the repetition with greatest amount of work. Work is indicative of a muscle's capability to produce force throughout the range of motion.  
**AVG. POWER:** Total work divided by time. Power represents how quickly a muscle can produce force.  
**ACCELERATION TIME:** Total time to reach isokinetic speed. Indicative of a muscle's neuromuscular capabilities to move the limb at the beginning of the range of motion.  
**DECELERATION TIME:** Total time to go from isokinetic speed to zero speed. Indicative of a muscle's neuromuscular capability to eccentrically control the limb at the end of the range of motion.  
**AGONANTAG RATIO:** The Reciprocal muscle group ratio. Excessive imbalances may predispose a joint to injury.  
**DEFICITS:** 1 to 10%: No significant difference between extremities.  
 11 to 25%: Rehabilitation recommended to improve muscle performance balance.  
 + 25%: Significant functional impairment.  
 (-): Negative deficit indicates involved extremity performed better than uninvolved.

## 6.ЗАКЛУЧОК

Физичката активност е еден од основните животни потреби на секој човек и извор на големо задоволство. За жал, поради бројните повреди и оштетувања на системот на движење, особено дегенеративни болести, потребно е организмот претходно да се припреми за физичкиот напор. Една исклучително ефикасна метода за тоа е изокинетичкото вежбање, кај кое се избира брзината, а отпорот се прилагодува во текот на целиот опсег на движење. Таквата активност при која активно се засилува мускулатурата, а при тоа не се оптоваруваат зглобовите, исклучително е значајна во превенција и заштитата на ACL (отстранување на дисбаланс на мускулатурата) како и во рехабилитацијата при повреда на ACL и на сите делови на локомоторниот апарат. Пред почетокот на рехабилитацијата се спроведува изокинетичко тестирање, па врз основа на анализата на добиените резултати, за секој поединец се изработува индивидуален протокол, кој постојано се модифицира во текот на вежбањето. Модифицирањето е индивидуално и е секогаш потребно заради текот на рехабилитацијата на ACL. Понекогаш можеби ќе биде потребно да го намалиме интензитетот поради појава на едем кој претставува пречка за изведување на некои вежби. Изокинетичките третмани се секојдневни, во траење од половина до еден час и за најголемиот дел повреди се потребни околу 15 третмани. Во тој период доаѓа до значаен пораст на мускулната сила на квадрицепсот, односно на медиалната и латералната глава на мускулот, кој треба да биде основен фактор во стабилноста на коленото после операција и рехабилитација на ACL. Разликата најмногу се чувствува во првите пет дена. По завршување на изокинетичката рехабилитација на ACL, од големо значење е да се одржува мускулната сила на флексорите и екстензорите на подколеницата (да не се повтори дисбаланс помеѓу нив), поради што секој пациент добива насоки за натамошна работа. Се препорачуваат вежби за подобрување на аеробната способност во комбинација со вежби за зајакнување на мускулите (ергометри, ластиси или вежби без нив). Доколку поединецот нема време или можност да се занимава со тој тип вежбање, поважно е да му даде предност на аеробното вежбање, бидејќи на тој начин истовремено се засилуваат мускулите и се подобрува кардио – респираторниот систем. Кај професионалните спортисти после



рехабилитација на ACL, кардио - респираторното вежбање мора да се спроведува по однапред одреден план, 3-4 пати неделно, најчесто со велосипед или пливање. Исто така, на секој поединец му се дава препорака во која зона на пулсот би требало да ја изведува наведената спортска активност (спортистот после рехабилитација на ACL не смее веднаш да започне со спринтови или тренинзи со голем интензитет). Ваквиот темелен пристап кон секоја индивидуа, нејзините специфични проблеми и побарувања е важен чекор во поттикнување на свеста за активен начин на живеење. При тоа, клучен елемент за редовното изведување на тренингот е мотивацијата на вежбачот, на која позитивно влијае организирана работа под надзор, водење на дневник, тестирање во различни фази на напредок.

Изокинетичката дијагностика е метода која ни овозможува прецизна објективизација и квантитативно одредување на биомеханички параметри во реалното проценување на целокупната функција на системот на движење, особено кога играчот после рехабилитација на ACL се подготвува да влезе во тренажниот процес со останатите колеги. Преку таквото тестирање се овозможува за секој поединечен спортист да се утврди моменталната состојба на сила и издржливост на тестираните мускулни групи на коленото. На тој начин може да им се помогне на спортистот и на тренерот за што поефикасно планирање и програмирање на индивидуалниот тренажен процес. Изокинетичката дијагностика на колено после рехабилитација на ACL е многу значајна во понатамошниот тренажен процес на спортистот, поради што преку оваа дијагностика можат да се утврдат специфични слабости на поедини мускулни групи како и потенцијален дисбаланс помеѓу антагонистичките мускулни групи, кои можат да доведат до различни повреди на локомоторниот систем и секако до несакани повторни повреди на рехабилитираното колено.

## 7. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

1. Алацов К. (2006) Лечебно - рехабилитационен тренинг,
2. Бакрач Десница. (2003): „Изокинетичка дијагностика (Кондициски тренинг)”
3. Банков, Ст. В: Основи на физикалната терапия, п/р на Д. Костадинов; Ы. Гачева. С, М и Ф, 1971, 422-427.
4. Банков, Ст., Д. Костадинов, М. Чалъков. Ултразвукът в медицината. С, МиФ, 1961.
5. Богданович, У. Я и др. Лазери в травматологии и ортопедии. Казань, 1987.
6. Косинац Зденко. (2005): „Кинезитерапија на системот за движење“ – Сплит
7. Мајкиќ Марија. (1997): „ Клиничка кинезитерапија“– Загреб
8. Мишигој Дуракович М. (1999): „ Телесно вежбање и здравје “ – Загреб
9. Мраковиќ М. (1997): „Вовед во систематска кинезиологија “ – Загреб
10. Николовска, Л., Крстев, Т., Василева, Д., Страторска, Т., (2014) [Практикум по клиничка кинезитерапија](#). ISBN 978-608-244-131-3.
11. Николовска, Л., (2014) [Физикална медицина и рехабилитација 1 и 2 општ и специјален дел](#). ISBN 978-608-244-130-6.
12. Цилига Д. (1998): „Стратегија на развој на кинезитерапија“ – Ровињ
13. Benjuya N; Plotqin D; Melzer I. (2000): “Isokinetic profile od patient with anterior cruciate ligament tear”.
14. Davies G.J. (1992) “A compendium of isokinetics in clinical usage” – S@S publishers
15. Dvir Z. (1995): “Isokinetics muscle testing, interpretation and clinical aplications “ – Edinburg
16. Golehon D. L., Torzilli P.A., Warren R. F. (1987): „ The role of the posteriolateral and cruciate ligaments in the stability of the human knee “
17. Jan Ekstrand, John Karlsson, Alan Hodson. (1998): “Football Medicine”.
18. Kellis E; Baltzopouloz V. (1999): “The effects of the antagonist muscle force on intersegmental loading during isokinetic efforts of rte knee extensors“

19. Lesic Aleksandar, Ukopina Dusan, Mariani Pier Paolo (1997): „ Lezije i lecenje ligamenata kolena “ (Beograd)
20. Osteras H; Augestat LB; Tondel S. (1998): “Isokinetic muscle straight after anterior cruciate ligament reconstruction“
21. Robert S. Gotlin. (2008): “Sports Injuries guide book” – USA